DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-15110-01-03

SLG Prüf- und
Zertifizierungs GmbH

Ermittlung der Geräuschemissionen,

verursacht durch den Betrieb der

Panzerteststrecke

der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG

am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

Bekannt gegebene Messstelle für Geräusche
SLG
nach § 29b
BImSchG

Gutachten Nr. **3042-18-AA-19-PB002**

Hartmannsdorf, **20.08.2019**
2. TEKTUR vom 04.04.2022
(Austausch der Luftbilder in der Anlage 1 durch Lagepläne und
Entfall des Bereiches Nr. 1363 – Panzer-Überschreitungsgraben, s. Punkt 2.2)

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH

Blatt 2

Auftrag:	Ermittlung der Geräuschemissionen, verursacht durch den Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München
Auftraggeber:	Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG Krauss-Maffei-Straße 11 80997 München
Auftragnehmer	SGL Prüf- und Zertifizierungs GmbH - Fachbereich Akustik und Schallschutz - Burgstädter Straße 20 09232 Hartmannsdorf *nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Messstelle für Geräusche und DAkkS akkreditiert gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005* *Tel. 03722 / 73 23 663 Fax: 03722 / 73 23 150*
Gutachten Nr.:	3042-18-AA-19-PB002
Umfang:	49 Blätter und 4 Anlagen - 1 Übersichtslageplan - 1 Detaillierter Lageplan - 1 Lageplan - Fotodokumentation (15 Blätter) - Detaillierte Messwerte der Geräuschpegelmessungen (5 Blätter)
Verteiler	2 * Auftraggeber 1 * Auftragnehmer
Datum:	20.08.2019 **2. TEKTUR vom 04.04.2022** [1)]
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) E. Schädlich (geprüft) Fachbereichsleiter Akustik und Schallschutz
	Dipl.-Ing. L. Förster (erstellt)

Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
Dipl.-Ing. Lothar Förster
Sachverständiger für Schallimmissionsschutz

[1)] Die vorliegende Tektur ist inhaltlich identisch mit dem Gutachten Nr. 3042-18-AA-19-PB002 vom 20.08.2019, es erfolgte lediglich der Austausch der beiden Luftbilder in der Anlage 1 durch Lagepläne aus „OpenStreetMap - Deutschland“. Zudem entfällt der Bereich Nr. 1363 – Panzer-Überschreitungsgraben, siehe Punkt 2.2.

Inhalt

Blatt

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung 4

2 Beschreibung der örtlichen Gegebenheiten und der maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft 5

2.1 Lage der Panzerteststrecke und maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft 5
2.2 Beschreibung der Panzerteststrecke 7

3 Grundlagen der Messungen, Berechnungen und Bewertungen 8

4 Schalltechnische Anforderungen die Panzerteststrecke 10

4.1 Immissionsrichtwerte der TA Lärm außerhalb von Gebäuden 10
4.2 Anhaltswerte für tieffrequente Geräuschimmissionen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680 12

5 Durchführung der Geräuschpegelmessungen 15

5.1 Allgemeine Angaben 15
5.2 Ablauf der Geräuschpegelmessungen 19
5.2.1 Messungen am 08.02.2017 19
5.2.2 Messungen am 16.02.2017 20
5.2.3 Messungen am 03.03.2017 21

6 Ergebnisse der Geräuschpegelmessungen 22

6.1 Messwerte für den Betrieb der Panzerteststrecke mit Ketten- und Radfahrzeugen 22
6.2 Umfang der durch die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke 29
6.3 Berechnung der Beurteilungspegel für den gewählten Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft 31
6.4 Oktavbezogene längenbezogene Schallleistungspegel für die Panzerteststrecke für zukünftige Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft 34
6.5 Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Schallemissionen und -immissionen 37
6.6 Aussagen zum Einwirkungsbereich der tieffrequenten Schallemissionen der Kettenfahrzeuge 45
6.7 Berechnung der Schallleistungspegel der Rad- und Kettenfahrzeuge bei ihrer Fahrt im übrigen Anlagengelände 46
6.8 Qualität der Messergebnisse 47

7 Zusammenfassung der Ergebnisse der Vorschläge zur Verfahrensweise bei zukünftigen Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft 48

4 Anlagen

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG (im Folgenden auch als Fa. KMW bezeichnet) betreibt seit dem Jahre 1964 am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München u.a. eine Panzerteststrecke für Rad- und Kettenfahrzeuge. Die Anlage ist nach Nr. 10.17.1 der 4. BImSchV /2/ zu beurteilen und wurde mit Datum vom 05.11.2003 gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG /1/ angezeigt. Spätere Genehmigungen nach § 4 BImSchG oder nach § 16 BImSchG existieren nicht.

Da weder belastbare Emissionsdaten für die auf der Panzerteststrecke zum Einsatz kommenden Fahrzeuge vorliegen noch solche für die unterschiedlichen Fahrsituationen der Fahrzeuge bekannt sind, sollen die tatsächlich auftretenden Geräuschemissionen (Schallleistungspegel) aus Schalldruckpegelmessungen an der bestehenden Panzerteststrecke bestimmt werden.

Das Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast aus Chemnitz war als eine im gesamten Bundesgebiet gemäß § 29b BImSchG bekannt gegebene Messstelle mit der Ermittlung und Beurteilung der durch den Betrieb der Panzerteststrecke verursachten Geräuschemissionen betraut worden. Dieses Büro wurde am 01.08.2018 mit allen Rechten und Pflichten sowie allen Mitarbeitern und Kundenkontakten von der SGL Prüf- und Zertifizierungs GmbH übernommen. Diese hat einen Vertrag mit der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG zur Weiterführung der schalltechnischen Beratungen im Zusammenhang mit dem Betrieb der Panzerteststrecke geschlossen.

Das vorliegende schalltechnische Gutachten, das das vom Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast erarbeitete Gutachten Nr. 29816-2 vom 30.04.2018 /19/ vollständig ersetzt, **hat folgende spezielle Aufgabenstellung zu erfüllen:**

(1) Beim Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort Kraus-Maffei-Straße 11 in 80997 München sind Schalldruckpegel-Messungen an mehreren Emissionsmessorten (EMO) in der unmittelbaren Nachbarschaft der Strecke sowie an mehreren Messpunkten (MP) auf dem Ausbreitungsweg des Schalls bis zu den maßgeblichen Immissionsorten (Wohngebäuden) in der Nachbarschaft durchzuführen.

(2) Aus den Messwerten sind unter Anwendung der gültigen Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien des Immissionsschutzes die Beurteilungspegel für die Messpunkte MP auf dem Ausbreitungsweg des Schalls zu ermitteln, die dort beim derzeit und zukünftig stattfindenden bestimmungsgemäßen Betrieb der Panzerteststrecke für die zum Einsatz kommenden Fahrzeugtypen und Emissionssituationen maßgeblich sind.

(3) Ausgehend von diesen Werten lassen sich Aussagen zu den oktavbezogenen längenbezogenen Schallleistungspegeln der Panzerteststrecke treffen, mit denen sich bei zukünftig durchzuführenden Schallausbreitungsrechnungen die für die Messpunkte (MP) gemäß Anstrich (2) berechneten anteiligen Beurteilungspegel für den alleinigen Betrieb der Panzerteststrecke einstellen.

Mit dem gleichen Emissionsansatz können dann die Beurteilungspegel für die maßgeblichen Immissionsorte (Wohngebäude) in der Nachbarschaft berechnet werden, die vom Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG verursacht werden.

(4) Darüber hinaus sind Aussagen zu den anteiligen tieffrequenten Schallimmissionen an den Messpunkten MP sowie darüber hinaus für die maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG auf der Grundlage der DIN 45680 /7/, /8/ zu treffen.

2 Beschreibung der örtlichen Gegebenheiten und der maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft

2.1 Lage der Panzerteststrecke und maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft

Die Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG befindet sich am nordwestlichen Rand der Landeshauptstadt München an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München-Allach auf dem Flurstück 1220/7 der Gemarkung Allach im Stadtbezirk 23 und damit am nordöstlichen Rand des Werksgeländes der Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG. Das Anlagengelände ist aus schalltechnischer Sicht als weitgehend eben zu bezeichnen, es befindet sich auf einem mittleren Niveau von ca. 504 m über HN. Die verkehrstechnische Erschließung des Anlagengeländes erfolgt über die Kraus-Maffei-Straße aus südlicher Richtung.

Aufgrund der topografischen Bedingungen treten keine Abschirmungen von der Panzerteststrecke in Richtung der Wohnnachbarschaft auf. Lediglich durch den ca. 4 m hohen Erdwall, der an der Westseite der nordwestlichen Wendeschleife und weitergehend an der Nord- und Nordostseite der Strecke errichtet wurde, werden einige Pegelminderungen in Richtung Westen, Norden und Nordosten wirksam. In Richtung Osten fallen die Schirmwirkungen durch den Erdwall eher gering aus. In Richtung Süden behindern die Gebäude der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG ihrerseits die ansonsten ungehinderte Schallausbreitung.

Als die maßgeblichen Immissionsorte im Sinne von Nummer 2.3 der TA Lärm /4/ waren in Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München die im Folgenden genannten Nutzungen im Umfeld der Panzerteststrecke anzusehen:

- das **Wohngebäude IO 1 „Mayrstraße 3“** in ca. 250 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“** in ca. 350 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“** in ca. 465 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westsüdwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“** in ca. 490 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 3 „Tubeufstraße 18“** in ca. 415 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“** in ca. 455 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 5 „Ludwigstraße 49“** in ca. 265 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordöstlicher Richtung.

Die genannten Wohngebäude sind im detaillierten Lageplan (Anlage 1/2) dargestellt. Außerdem sind sie in der Fotodokumentation (Anlage 3) zu erkennen.

Blatt 6

Als zusätzliche Immissionsorte im Umfeld der Panzerteststrecke sind nach den zwischenzeitlichen Mitteilungen des Referates für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München die im Folgenden genannten weiteren Nutzungen im Umfeld der Panzerteststrecke anzusehen:

- das Wohngebäude **IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** in ca. 115 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südöstlicher Richtung.

- das Gebäude **IO 7 „Tubeufstraße 19B“** in ca. 225 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung.

- das Wohngebäude **IO 8 „Docenstraße 3**“ in ca. 300 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostnordöstlicher Richtung.

Die genannten 3 zusätzlichen schutzbedürftigen Nutzungen sind ebenfalls im detaillierten Lageplan (Anlage 1/2) dargestellt. Außerdem sind sie auch in der Fotodokumentation (Anlage 3) zu erkennen.

2.2 Beschreibung der Panzerteststrecke

Die Panzerteststrecke für Rad- und Kettenfahrzeuge der Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG in München-Allach umfasst einen Rundkurs für Geschwindigkeitsfahrten sowie ein Tauchbecken zur Unterwasserprüfung und eine ausgelagerte Gefällestrecke. Im Zusammenhang hiermit steht eine weitere unmittelbar benachbarte Streckenführung, auf der die lasergestützte Zieloptik der Panzer getestet wird.

Auf der Teststrecke werden Panzer und Panzerfahrzeuge auf ihr Verhalten in unterschiedlichen Fahrsituationen geprüft. Die gesamte Anlage besteht aus einem Rundkurs für Geschwindigkeitsfahrten sowie einem Tauchbecken zur Unterwasserprüfung und einer ausgelagerten Gefällestrecke. Die Länge des Rundkurses beträgt etwa 1 km.

<u>Die Panzerteststrecke besteht aus den nachfolgend aufgeführten Teilbereichen</u>

- Nr. 1350 - Rundkurs für Fahrprüfungen
- Nr. 1350 - APG-Bahn zur Ermittlung der Stabilisierungsgüte
- Nr. 1350 - Bremsstrecke
- Nr. 1341 - Panzer - Laserstrecke 500 m
- Nr. 1362 - Watbecken
- Nr. 1360 - Wasserbecken für Unterwasserfahrten
- Nr. 1360 - überdachter 60 % - Steilhang
- Nr. 1361 - 30 % - Querhang
- Nr. 1400 - Panzertankstelle

Die Länge des Rundkurses beträgt etwa 1 km und ist als gerader Streckenabschnitt mit jeweils einem 180°-Kurvenradius konzipiert, (r_1 ca. 65 m, r_2 ca. 31 m). Die Fahrbahnbreite im Kurvenbereich beträgt ca. 8 m, auf dem geraden Teilstück mit mittig platzierten Hinderniseinbauten (APG-Bahn) beträgt die Fahrbahnbreite ca. 24 m.

Die Nutzung erfolgt jeweils durch ein Fahrzeug. Die Panzerteststrecke ist im Westen, Norden und Nordosten von einem Lärmschutzwall mit einer Höhe von ca. 4 m umgeben.

Die APG-Bahn dient zur Ermittlung der Stabilisierungsgüte der Testfahrzeuge. Auf einer Strecke von ca. 100 m sind Stahlhöcker auf der Fahrbahn (Stahlbeton, B 35, d = 25 cm) montiert, die mit dem Testfahrzeug überfahren werden.

Auf der Bremsstrecke erfolgen die ABS-Prüfung sowie die Überprüfung des Maximal-Bremsweges. Die Bremsstrecke ist ca. 100 m lang.

Die Teststrecke wird derzeit werktags in der Zeit zwischen 07.00 und 17.00 Uhr befahren. Nachts und während der Tageszeiten mit erhöhter Immissionsempfindlichkeit gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm /4/ (werktags von 6 bis 7 Uhr und von 20 bis 22 Uhr) findet kein Testbetrieb statt.

Die vorliegenden messtechnischen Ermittlungen werden ausnahmslos an Nr. 1350 (Rundkurs, APG-Bahn und Bremsstrecke) vorgenommen.

3 Grundlagen der Messungen, Berechnungen und Bewertungen

/1/ „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“ (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 29.05.2017 (BGBl. I S. 1298)

/2/ 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), siehe auch Anhang Ziffer 10.17.1

/3/ Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBI. I S. 132), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1057) geändert worden ist

/4/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA LÄRM) vom 26.08.1998 GMBl. 1998, S.503

/5/ DIN 45641, „Mittelung von Schallpegeln“, Ausgabe Juni 1990

/6/ DIN 45645-1, „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen” Teil 1: „Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft”, Ausgabe Juli 1996

/7/ DIN 45680, „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe März 1997

/8/ DIN 45680 Beiblatt 1, „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen“, Ausgabe März 1997

/9/ DIN 45681, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“, Ausgabe März 2005

/10/ DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ Ausgabe Oktober 1999

/11/ DIN 1333, „Zahlenangaben“, Ausgabe Februar 1992

/12/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)

/13/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), Ausgabe 1990 berichtigter Nachdruck 1992

/14/ Messplan
für eine messtechnische Ermittlung der Geräuschemissionen beim Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München
erstellt am 08.11.2016 vom Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast, Chemnitz

- Der Messplan wurde am 10.11.2016 mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München abgestimmt und von dort bestätigt. Ebenso wurde der Beauftragung des Gutachters durch KMW seitens des RGU zugestimmt. -

/15/ Anzeige der Panzerteststrecke der Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG nach § 67 des Bundesimmissionsschutzgesetzes
Schreiben der Krauss Maffei Dienstleistung GmbH vom 05.11.2003 an das Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München

/16/ Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG;
Az.: 824-U/184.1.5/Krauss-Maffei-Str. 11
Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG
Panzerteststrecke
hier: Anzeige nach § 67 Abs. 2 BImSchG vom 05.11.2003
Bestätigung vom 24.05.2004 der Anzeige gemäß § 67 BImSchG durch die Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt

/17/ Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG);
Az.: 824-U/184.1.5/Krauss-Maffei-Str. 11
Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG
Panzerteststrecke
hier: Anzeige nach § 67 Abs. 2 BImSchG vom 05.11.2003
Nachträgliche Anordnung gemäß § 17 BImSchG zum Betrieb der Panzerteststrecke,
erlassen von der Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt, am 25.10.2004, Az.: 824-U/184.1.5

/18/ Leitfaden „Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen“,
Bayerisches Landesamt für Umwelt (BayLfU, 2011)

/19/ <u>Neufassung des schalltechnischen Messberichtes:</u>
Ermittlung der Geräuschemissionen, verursacht durch den Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München
Gutachten Nr. 29816-2 vom 30.04.2018, Ing.-Büro für Lärmschutz Förster & Wolgast, Chemnitz

4 Schalltechnische Anforderungen die Panzerteststrecke

4.1 Immissionsrichtwerte der TA Lärm außerhalb von Gebäuden

Die Panzerteststrecke für Rad- und Kettenfahrzeuge der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG in München-Allach ist aufgrund der zum Einsatz kommenden Ausrüstungen geeignet, in der Nachbarschaft schädliche Umwelteinwirkungen in Form erheblicher Belästigungen zu erzeugen. Sie gehört deshalb nach §§ 4 ff. Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) /1/ zu den genehmigungsbedürftigen Anlagen - namentlich erwähnt im Anhang zur 4. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (4. BImSchV) unter Ziffer 10.17.1 - und bedarf einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung gemäß 4. BImSchV /2/.

Die Panzerteststrecke ist als immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage nach dem § 5 (1) BImSchG /1/ so zu betreiben, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können
- Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung

Die Anlage fällt damit unter den Anwendungsbereich der TA Lärm /4/, die in ihrer jüngsten Fassung von 11/98 sowohl für die Beurteilung immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftiger als auch nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen gilt. In dieser allgemeinen Verwaltungsvorschrift /4/ zum BImSchG /1/ sind für die verschiedenen Gebietsnutzungen Immissionsrichtwerte festgelegt. Die Art der Gebietsnutzung ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen bzw. ist entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

Für die der Panzerteststrecke benachbarten Flächen mit den im Punkt 2 genannten maßgeblichen Immissionsorte sind z.T. Bebauungspläne aufgestellt worden. Dies gilt für den IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“ nördlich der Ludwigsfelder Straße, der sich im Bebauungsplan Nr. 978 „Peter-Müller-Straße, Flurstück Nr. 957“ befindet und in dem Allgemeines Wohngebiet „WA“ festgesetzt ist. Der IO 4 „Storchensiedlung 22“ befindet sich im B-Plan-Gebiet Nr. 1871 „Ludwigsfelder Straße (südlich) - Hackersiedlung“, der ein „Reines Wohngebiet“ festsetzt.

Aufgrund der historisch gewachsenen Strukturen kann der tatsächliche Schutzanspruch jedoch nicht mit dem grundsätzlichen Schutzanspruch aus dem Gebietscharakter der umliegenden Wohngebäude gleichgesetzt werden. Dies betrifft sowohl die Tagzeit als auch die lauteste Nachtstunde.

55 dB(A) tags und 40 dB(A) nachts	für die IO 1, IO 1a, IO 2 und IO 2a (wie Allgemeines Wohngebiet)
60 dB(A) tags und 45 dB(A) nachts	für die IO 3 bis IO 5 und den IO 8 (wie Mischgebiet bzw. Außenbereich)
70 dB(A) tags und 70 dB(A) nachts	für die IO 6 und IO 7 (wie Industriegebiet)

Diese Immissionsrichtwerte beziehen sich auf einen **Beurteilungspegel L_r** (rating level), der für die Bewertung der auf die Nachbarschaft einwirkenden Geräusche nach einem in der TA Lärm /4/ beschriebenen Verfahren aus den A-bewerteten Schalldruckpegeln unter Berücksichtigung der Einwirkungsdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderer Geräuschmerkmale (Töne, Impulse) gebildet wird. Das Einwirken des vorhandenen Geräusches auf den Menschen wird dem Einwirken eines konstanten Geräusches dieses Pegels L_r während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt.

Zusätzlich ist ein **Spitzenpegelkriterium** einzuhalten, wonach einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte um **nicht mehr als 30 dB(A) tags** und **um nicht mehr als 20 dB(A) nachts** überschreiten dürfen.

Gefährdungen, erhebliche Benachteiligungen oder erhebliche Belästigungen der Nachbarschaft durch die Geräusche einer Anlage können im Allgemeinen ausgeschlossen werden, wenn an den Immissionsnachweisorten (IO) die genannten Immissionsrichtwerte unterschritten werden und wenn das Spitzenpegelkriterium nicht verletzt wird.

Verkehrsgeräusche auf dem Grundstück einer Anlage sind nach Punkt 7.4 der TA Lärm /4/ der zu beurteilenden Anlage zuzuordnen und wie Anlagengeräusche zu ermitteln und zu beurteilen. Das gilt auch für die durch das Ein- und Ausfahren entstehenden Geräusche.

Geräusche des anlagenbezogenen Fahrverkehrs auf der öffentlichen Straße

Nach Punkt 7.4 der TA Lärm /4/ sind Verkehrsgeräusche des anlagenbezogenen Fahrverkehrs auf öffentlichen Straßen in einem Abstand von bis zu 500 m vom Grundstück der Anlage nicht gemeinsam mit den Geräuschen der Anlage auf dem betrieblichen Grundstück zu ermitteln. Diese Geräusche sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich vermindert werden, wenn

- sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestes 3 dB(A) erhöhen,
- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist,
- die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) /12/ erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Die Beurteilungspegel für den Straßenverkehr auf öffentlichen Straßen sind nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS-90 /13/ zu berechnen.

Anmerkung:

Im Zusammenhang mit dem anteiligen Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG findet kein anlagenbezogener Fahrverkehr auf den an das Betriebsgelände angrenzenden öffentlichen Straßen statt, so dass sich weitergehende Aussagen zu dieser Problematik erübrigen.

4.2 Anhaltswerte für tieffrequente Geräuschimmissionen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680

Nach Punkt 7.3 der TA Lärm /4/ ist die Frage, ob von Geräuschen, die vorherrschende tieffrequente Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Schädliche Umwelteinwirkungen können insbesondere dann auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern die Differenz zwischen den CF- und AF-bewerteten Pegeln den Wert von 20 dB überschreitet. Schädliche Umwelteinwirkungen sind nicht zu erwarten, wenn die in Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ genannten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Diese Anhaltswerte gelten - unabhängig von der Lage des Gebäudes - in Aufenthaltsräumen, die Wohnzwecken dienen, und in Räumen mit vergleichbarer Schutzwürdigkeit.

Tieffrequente Geräusche im Frequenzbereich unter 90 Hz unterscheiden sich in der menschlichen Wahrnehmung von Geräuschen im mittleren und hohen Frequenzbereich. Die interessierenden Merkmale sind:

- Der Hörschwellenpegel L_{HS} steigt zu niedrigeren Frequenzen hin stark an.
- Die Geräusche werden weniger in Form lauten Schalls empfunden, stattdessen stellt sich ein Dröhn- und Druckgefühl im Kopf ein.
- Die Wirkungen für den Menschen setzen bereits bei Pegeln ein, die nur knapp über der Hörschwelle liegen.
- Starke und extrem tieffrequente Schwingungen können auch Bauwerksteile von Gebäuden zu Schwingungen anregen, die wiederum sekundäre Geräusche erzeugen können, wie z.B. Klappern von Gegenständen in und auf Möbeln.

Die übliche A-Bewertung bedeutet eine Unterbewertung dieses Frequenzbandes unter 90 Hz, d.h., erhebliche Beeinträchtigungen bzw. Belästigungen für die Betroffenen können auch dann noch vorliegen, wenn die Immissionsrichtwerte „außen“ oder „innen“ nach Punkt 6.1. bzw. 6.2. der TA Lärm /4/ unterschritten werden. In DIN 45680 /7/, /8/ ist daher ein Verfahren zur Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen beschrieben, das **zusätzlich** zur üblichen Beurteilung der Geräusche nach TA Lärm (vgl. Punkt 4.1) anzuwenden ist.

Kriterien der Messung und Bewertung:

Das Geräusch ist tieffrequent, wenn innerhalb des schutzbedürftigen Raumes die Differenz der Werte von L_{Ceq} und L_{Aeq} oder in Fällen mit kurzfristiger Einwirkung die Differenz der Werte von L_{CFmax} und L_{AFmax} einen Betrag von 20 dB übersteigt. In diesem Falle sind folgende Untersuchungen in den betroffenen Räumen bei geschlossenen Fenstern und Türen durchzuführen:

- Terzanalyse für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 10 bis 80 Hz mit Ermittlung der äquivalenten Dauerschallpegel $L_{Terz,eq}$ und der maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{Terz,Fmax}$
- Berechnung der Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ aus $L_{Terz,eq}$ und der Einwirkzeit.
- Prüfung auf deutlich hervortretende Einzeltöne. Das Geräusch enthält einen deutlich hervortretenden Einzelton, wenn die Differenz zwischen $L_{Terz,eq}$ in einer Terz und den entsprechenden Pegeln in den beiden Nachbarterzen größer als 5 dB ist.

Beurteilung bei deutlich hervortretenden Einzeltönen

(a) Bildung der Differenzen

$$\Delta L_1 = L_{Terz,r} - L_{HS} \quad (1a)$$
$$\Delta L_2 = L_{Terz,Fmax} - L_{HS} \quad (1b)$$

mit $L_{Terz,r}$ und $L_{Terz,Fmax}$ - Terzbandpegel des hervortretenden Einzeltones
L_{HS} - zugehöriger Hörschwellenpegel nach DIN 45680

Terzfrequenz f_{Terz} in Hz	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Hörschwellen-pegel L_{HS} in dB	103	95	87	79	71	63	55,5	48	40,5	33,5	28	23,5

(b) Vergleich der Werte für ΔL_1 und ΔL_2 mit den Anhaltswerten nach Tabelle 1:

Tabelle 1: Anhaltswerte nach Beiblatt 1 zu DIN 45680 bei deutlich hervortretenden Einzeltönen

Beurteilungszeit	Differenzen nach Gleichung 1							
	ΔL_1 in dB bei Terzmittenfrequenz				ΔL_2 in dB bei Terzmittenfrequenz			
	8 Hz	10 bis 63 Hz	80 Hz	100 Hz	8 Hz	10 bis 63 Hz	80 Hz	100 Hz
Tagesstunden	5	5	10	15	15	15	20	25
Nachtstunden	0	0	5	10	10	10	15	20
Anmerkung: Die Terzen mit den Mittenfrequenzen von 8 Hz und 100 Hz sollen nur in Sonderfällen berücksichtigt werden (siehe DIN 45680)								

Beurteilung ohne deutlich hervortretende Einzeltöne

(a) Diejenigen Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$, die den entsprechenden Hörschwellenpegel L_{HS} überschreiten, sind nach ihrer A-Bewertung energetisch zu addieren. Der resultierende Beurteilungspegel L_r ist mit den Anhaltswerten nach Tabelle 2, Spalte 1 zu vergleichen.

(b) Die entsprechend der A-Bewertung korrigierten Werte von $L_{TerzFmax}$ sind mit den Anhaltswerten nach Tabelle 2, Spalte 2 zu vergleichen.

Tabelle 2: Anhaltswerte nach Beiblatt 1 zu DIN 45680 in sonstigen Fällen (ohne deutlich hervortretende Einzeltöne)

Beurteilungszeit	L_r in dB	L_{max} in dB
Tagesstunden	35	45
Nachtstunden	25	35

Anmerkung:

Nach den Erfahrungen des Gutachters spielt die Verletzung der zusätzlichen Anforderungen der DIN 45680 hinsichtlich der tieffrequenten Schallimmissionen beim Betrieb von Kettenfahrzeugen eine entscheidende Rolle. Trotz Einhaltung der (A-bewerteten) Richtwerte der TA Lärm können solche Probleme zu Störwirkungen durch tieffrequenten Schall innerhalb von schutzbedürftigen Räumen führen.

Insofern müssen auch im vorliegenden Fall Aussagen zu den tieffrequenten Schallemissionen und -immissionen getroffen werden.

5 Durchführung der Geräuschpegelmessungen

5.1 Allgemeine Angaben

Verwendete Schallpegelmesstechnik:

- Umweltschallanalysator Typ 121, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 60651 Serien-Nr. 26323
  Vorverstärker Typ 1201, Serien-Nr. 23833
  Mikrofonkapsel Typ 1225, Serien-Nr. 14352
  Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 31335

- Umweltschallanalysator Typ 140, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN EN 61672-1:2003 Serien-Nr. 1404903
  Vorverstärker Typ 1209, Serien-Nr. 14302
  Mikrofonkapsel Typ 1225, Serien-Nr. 142449
  Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 33284

- Schallpegelanalysator Typ 110, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 651 Serien Nr. 19598/1997
  Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 21117
  Mikrofonkapsel Typ MK 221, Serien Nr. 5789
  Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 25963

- Schallpegelanalysator Typ 110, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1, nach DIN IEC 651 Serien Nr. 13893/1994
  Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 30656
  Mikrofonkapsel Typ MK 221, Serien Nr. 17480
  Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 17319

- Schallpegelmesser Typ 116, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 651 Serien Nr. 17067/1994
  Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 17539
  Mikrofonkapsel Typ 1220, Serien Nr. 14716
  Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 31638

Die verwendete Messtechnik der Typen 121, 140 und 110 der Fa. Norsonic ist geeicht vom Landesamt für Eichwesen Nordrhein-Westfalen bzw. DAkkS-kalibriert. Die Eich- bzw. Kalibrierscheine - gültig bis 2017, 2018 bzw. 2019 - liegen beim Auftragnehmer vor. Alle Messgeräte wurden jeweils vor und nach den Geräuschpegelmessungen kalibriert. Die angezeigten Pegel lagen jeweils innerhalb der zulässigen Toleranz von ± 0,5 dB vom eingespeisten Kalibriersignal.

Zubehör zur Schallpegelmesstechnik:

- 5 Windschirme, Typen 1434 / 1451, Norsonic Norwegen
- 3 Stative, Höhe über Gelände: max. 4 m
- 1 Stativ, Höhe über Gelände: max. 8 m
- 1 Stativ, Höhe über Gelände: max. 11,5 m
- 2 Solid-State-Recorder „Marantz Professional, Modell PMD 660“, USA
- 1 Solid-State-Recorder „Marantz Professional, Modell PMD 620“, USA
- Wetterstation der Fa. Davis, Typ: Vantage Vue, Model #6351

Messorte (vgl. Lageplan in der Anlage 1/2 bzw. Fotos Nr. 4 bis 10 in der Anlage 3):

- Emissionsmessungen:

  EMO 1: in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke (im Bereich der nordwestlichen Wendeschleife)
  - in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der Fahrbahn -

  EMO 2: in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke (etwa in der Mitte der APG-Bahn)
  - in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der Fahrbahn -

  EMO 3: in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke (im Bereich der südöstlichen Wendeschleife)
  - in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der Fahrbahn -

- Immissionsmessungen:

  MP 1: in s = 95 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordwestlicher Richtung und in h = 5 m Höhe über Gelände

  MP 2: in s = 220 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westnordwestlicher Richtung und in h = 4 m Höhe über Gelände
  (etwa 10 m östlich vom Radweg auf der Ostseite der Eisenbahnstrecke)

  MP 3: in s = 235 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung und in h = 4 m Höhe über Gelände
  (etwa 75 m östlich von der Zufahrt zum Anlagengelände und in Richtung zum IO 4 „Storchenweg 22“)

  EMO IO 4: in s = 47 m Abstand westlich von der Mitte der Westfassade des Wohngebäudes IO 4 „Storchenweg 22“ und in h = 4 m Höhe über Gelände

Blatt 17

Meteorologische Bedingungen während den Geräuschpegelmessungen:

- 08.02.2017, von 11.15 Uhr bis 15.45 Uhr

  * Temperatur: 1 ... 3 °C, bewölkt
  * Luftfeuchte: ca. 75 ... 65 %
  * Wind: ca. 1 ... 4 m/s aus Richtung Ost/OSO

- 16.02.2017, von 10.45 Uhr bis 15.45 Uhr

  * Temperatur: 10 ... 14 °C, heiter
  * Luftfeuchte: ca. 40 %
  * Wind: ca. 0,5 ... 2,5 m/s aus Richtung Südwest/West, dann auf Nordost drehend

- 03.03.2017, von 11.00 Uhr bis 15.00 Uhr

  * Temperatur: 7 ... 12 °C, leicht bewölkt bis heiter
  * Luftfeuchte: ca. 45 ... 50 %
  * Wind: ca. 1 ... 3 m/s aus Richtung Ost

Nach Anlage A.3.3.3. zur TA Lärm ’98 ist bei Messabständen > 200 m in der Regel eine Mitwindwetterlage erforderlich. Die an den gewählten Emissionsmessorten in nur s ≈ 8,5 m Entfernung vom Rand der Panzerteststrecke ermittelten Messwerte können deshalb ohne Einschränkung der vorzunehmenden Lärmbewertung zugrunde gelegt werden.

Gleiches gilt für die Messpunkte MP 1 bis MP 3 in Entfernungen von 95 m bis 235 m vom Rand der Panzerteststrecke, sofern sich diese an den unterschiedlichen Messtagen in Mitwindrichtung befinden.

Der Gutachter weist darauf hin, dass ausschließlich am ersten Messtag (08.02.2017) eine „reine“ Mitwindwetterlage für den dabei gewählten Messpunkt MP 2 vorherrschte. Am zweiten Messtag herrschte lediglich zu Beginn der Messungen ein Mitwindwetterlage für den dabei gewählten Messpunkt MP 3 vor, die dann in eine Querwindwetterlage bzw. sogar in eine solche mit Tendenz zum Gegenwind wechselte. Am dritten Messtag herrschte im gesamten Messzeitraum eine Querwindwetterlage für den dabei gewählten Messpunkt MP 1 vor.

Dies bedeutet, dass eine normenkonforme Auswertung der an den MP 1 bis MP 3 und EMO IO 4 erhobenen Messwerte nur für den ersten Messtag (08.02.2017 am MP 2) möglich ist, die insofern bei den weiteren Bewertungen für die weiter entfernt gelegene Wohnnachbarschaft „auf der sicheren Seite“ liegt.

Messgrößen:

Bei den **Emissions- und Immissionsmessungen** wurden Pegel-Zeit-Verläufe auf den Schallpegelanalysatoren vom Typ 121 und vom Typ 140 der Fa. Norsonic in 1-s-Takten aufgezeichnet. Mit diesen Messgeräten wurden folgende Messgrößen erfasst:

- die A- und C-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} und L_{Ceq}
- die AF- und CF-bewerteten maximalen Schalldruckpegel L_{AFmax} und L_{CFmax}
  (aus jeweils 5 aufeinanderfolgenden AF-bewerteten maximalen Schalldruckpegeln $L_{AFmax,1s}$ können nachträglich die Messwerte für die Taktmaximalpegel L_{AFTeq} im 5-s-Takt berechnet werden)
- die Z-bewerteten äquivalenten und maximalen Terzschalldruckpegel $L_{Terz,eq}$ und $L_{Terz,Fmax}$ für die Terzen mit den Mittenfrequenzen f = 8 Hz ... 20 kHz

An den beiden „**EMO 1“ und „EMO 3“** kamen Schallpegelanalysatoren vom Typ 110 der Fa. Norsonic mit einem nachgeschalteten Compact-Flash-Card Recorder vom Typ „Marantz Professional PMD 660“ zum Einsatz. Am EMO IO 4 „Storchenweg 22“ kam der Schallpegelmesser vom Typ 116 mit einem nachgeschalteten Compact-Flash-Card Recorder vom Typ „Marantz Professional PMD 620“ zum Einsatz. Damit konnten die digitalen Tonaufzeichnungen jeweils nachträglich in den Schallpegelanalysator vom Typ 121 zurückgespielt werden, und es standen im Nachhinein neben den mit den Typen 110 und 116 aufgezeichneten A-bewerteten Pegeln auch noch zusätzlich die genannten Terzschalldruckpegel im Rahmen der weitergehenden detaillierten Auswertungen zur Verfügung.

Abstimmung des Messplanes:

Der vom Gutachter erarbeitete Messplan vom 08.11.2016 /14/ zur Durchführung der Geräuschpegelmessungen wurde dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Stadt München vorgelegt und von dort in einer gemeinsamen Beratung am 10.11.2016 vollinhaltlich bestätigt.

5.2 Ablauf der Geräuschpegelmessungen

5.2.1 Messungen am 08.02.2017

Die Geräuschpegelmessungen erfolgten am 08.02.2017 ab 11.15 Uhr.

Bei diesen Messungen waren zeitgleich die 3 Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3 auf dem Erdwall unmittelbar nordöstlich der Panzerteststrecke sowie der Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft (vgl. Anlage 1/2) besetzt. Zwei Gutachter betreuten die installierte Schallpegelmesstechnik, ein dritter Gutachter protokollierte sekundengenau das Betriebsregime auf dem Rundkurs. Somit war im Nachhinein eine exakte Zuordnung von „erzeugter Geräuschemission“ zu den erhobenen Messwerten an den insgesamt 4 installierten Messmikrofonen im Umfeld möglich. Die vorherrschende Windwetterlage aus Richtung Ost/OSO mit Windgeschwindigkeiten von 1 ... 4 m/s stellte eine „reine“ Mitwindwetterlage dar, d.h., hiermit wurde am Messpunkt MP 2 die ungünstigste Situation hinsichtlich der Schallausbreitungsbedingungen von der Panzerteststrecke erfasst. An diesem Messpunkt MP 2 wurden keine maßgeblichen Geräusche von anderen gewerblichen Anlagen erfasst, die ebenfalls den Anforderungen der TA Lärm unterliegen.

<u>Die untersuchten Fahrzeugtypen waren zeitlich nacheinander:</u>

(1) Radfahrzeug „Boxer“
(2) Kettenfahrzeug „Puma“
(3) Kettenfahrzeug „Leopard 2“
(4) Kettenfahrzeug „Leopard 1“
(5) Radfahrzeug „AMPV“
(6) Radfahrzeug „Fennek“
(7) Radfahrzeug „IVECO“

<u>Für jedes Fahrzeug wurden nacheinander die folgenden Betriebszustände gemessen:</u>

(a) 5 Runden in geringer Geschwindigkeit (einschl. Einbremsen des Fahrzeuges unterhalb des Emissionsmessortes EMO 2)
(b) 5 Runden in höherer Geschwindigkeit
(c) 2,5 Runden in geringer Geschwindigkeit (einschl. 5 Überfahrten der APG-Bahn)
(d) 2,5 Runden in höherer Geschwindigkeit (einschl. 5 Überfahrten der APG-Bahn) (nur bei den Kettenfahrzeugen und beim Radfahrzeug „Boxer“)

Die verschiedenen Emissionssituationen und die dabei erhobenen Messwerte können im Einzelnen der Tabelle 9 in der Anlage 4 des vorliegenden Gutachtens entnommen werden. Die zusammengefassten (energetisch gemittelten) Messwerte sind aus der Tabelle 3 (vgl. Punkt 6.1) ersichtlich.

Darüber hinaus fanden zwischen den Betriebszuständen (a) und (b) jeweils 3 Vorbeifahrten jedes Fahrzeuges in definiertem Abstand vom Emissionsmessort EMO 2 bei „erhöhter Schrittgeschwindigkeit“ statt (vgl. Tabelle 7 im Punkt 6.7), aus denen die Schallleistungspegel der Fahrzeuge für die Fahrten außerhalb des Bereiches der Panzerteststrecke berechnet werden können.

Die Geräuschpegelmessungen wurden um 15.45 Uhr beendet.

5.2.2 Messungen am 16.02.2017

Die Geräuschpegelmessungen erfolgten am 16.02.2017 ab 11 Uhr.

Bei diesen Messungen waren zeitgleich die 3 Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3 auf dem Erdwall unmittelbar nordöstlich der Panzerteststrecke sowie die Messpunkt MP 3 und EMO IO 4 in der ostsüdöstlichen Nachbarschaft (vgl. Anlage 1/2) besetzt. Zwei Gutachter betreuten die installierte Schallpegelmesstechnik, ein dritter Gutachter protokollierte wiederum sekundengenau das Betriebsregime auf dem Rundkurs. Die auf eine Querwind drehende Windwetterlage mit Windgeschwindigkeiten von nur 0,5 ... 2,5 m/s stellte keine Mitwindwetterlage dar, d.h., an den Messpunkten MP 3 und EMO IO 4 2 konnte nicht die ungünstigste Situation hinsichtlich der Schallausbreitungsbedingungen von der Panzerteststrecke erfasst werden. An diesen Messpunkten MP 3 und EMO IO 4 2 wurden keine maßgeblichen Geräusche von anderen gewerblichen Anlagen erfasst, die ebenfalls den Anforderungen der TA Lärm unterliegen

Insofern wurden die nachträglichen detaillierten Auswertungen auf die Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3 beschränkt.

<u>Die untersuchten Fahrzeugtypen waren zeitlich nacheinander:</u>

(1) Radfahrzeug „Boxer“
(2) Kettenfahrzeug „Leopard 2“
(3) Kettenfahrzeug „Leopard 1“
(4) Radfahrzeug „AMPV“
(5) Radfahrzeug „Fennek“
(6) Radfahrzeug „IVECO“
(7) Radfahrzeug „DINGO“
(8) Radfahrzeug „GFF 4“

Für jedes Fahrzeug wurden nacheinander die gleichen Betriebszustände (a) bis (d) gemessen, die im vorangegangenen Punkt 5.2.1 beschrieben sind.

Die verschiedenen Emissionssituationen und die dabei erhobenen Messwerte können im Einzelnen der Tabelle 10 in der Anlage 4 des vorliegenden Gutachtens entnommen werden. Die zusammengefassten (energetisch gemittelten) Messwerte sind aus der Tabelle 3 (vgl. Punkt 6.1) ersichtlich.

Darüber hinaus fanden zwischen den Betriebszuständen (a) und (b) wiederum jeweils 3 Vorbeifahrten jedes Fahrzeuges in definiertem Abstand vom Emissionsmessort EMO 2 bei „erhöhter Schrittgeschwindigkeit“ statt (vgl. Tabelle 7 im Punkt 6.7), aus denen die Schallleistungspegel der Fahrzeuge für die Fahrten außerhalb des Bereiches der Panzerteststrecke berechnet werden können.

Die Geräuschpegelmessungen wurden um 15.35 Uhr beendet.

5.2.3 Messungen am 03.03.2017

Die Geräuschpegelmessungen erfolgten am 03.03.2017 ab 11 Uhr.

Bei diesen Messungen waren zeitgleich die 3 Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3 auf dem Erdwall unmittelbar nordöstlich der Panzerteststrecke sowie der Messpunkt MP 1 in der nordnordwestlichen Nachbarschaft (vgl. Anlage 1/2) besetzt. Zwei Gutachter betreuten die installierte Schallpegelmesstechnik, ein dritter Gutachter protokollierte wiederum sekundengenau das Betriebsregime auf dem Rundkurs. Bei der entgegen den Wetterprognosen vorgefundene Querwindwetterlage konnte am Messpunkt MP 1 nicht die ungünstigste Situation hinsichtlich der Schallausbreitungsbedingungen von der Panzerteststrecke erfasst werden. An diesem Messpunkt MP 1 wurden keine maßgeblichen Geräusche von anderen gewerblichen Anlagen erfasst, die ebenfalls den Anforderungen der TA Lärm unterliegen.

Insofern wurden die nachträglichen detaillierten Auswertungen auf die Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3 beschränkt.

<u>Die untersuchten Fahrzeugtypen waren zeitlich nacheinander:</u>

(1) Kettenfahrzeug „Leopard 2“
(2) Kettenfahrzeug „Leopard 1“
(3) Radfahrzeug „Boxer“
(4) Radfahrzeug „IVECO“
(5) Kettenfahrzeug „Puma“
(6) Radfahrzeug „GFF 4“
(7) Radfahrzeug „SOV“

Für jedes Fahrzeug wurden nacheinander die gleichen Betriebszustände (a) bis (d) gemessen, die im Punkt 5.2.1 beschrieben sind.

Die verschiedenen Emissionssituationen und die dabei erhobenen Messwerte können im Einzelnen der Tabelle 11 in der Anlage 4 des vorliegenden Gutachtens entnommen werden. Die zusammengefassten (energetisch gemittelten) Messwerte sind aus der Tabelle 3 (vgl. Punkt 6.1) ersichtlich.

Darüber hinaus fanden zwischen den Betriebszuständen (a) und (b) wiederum jeweils 3 Vorbeifahrten jedes Fahrzeuges in definiertem Abstand vom Emissionsmessort EMO 2 bei „erhöhter Schrittgeschwindigkeit“ statt (vgl. Tabelle 7 im Punkt 6.7).

Die Geräuschpegelmessungen wurden um 14.55 Uhr beendet.

6 Ergebnisse der Geräuschpegelmessungen

6.1 Messwerte für den Betrieb der Panzerteststrecke mit Ketten- und Radfahrzeugen

Die detaillierten Messwerte der am 08.02.2017, am 16.02.2017 und am 03.03.2017 durchgeführten Geräuschpegelmessungen an den Emissionsmessorten EMO bzw. an den Messpunkten MP 1 bis MP 3 sowie die in unmittelbarer Nähe zum Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“, das sich in der ostsüdöstlichen Wohnnachbarschaft im B-Plan-Gebiet Nr. 1871 „Hackersiedlung“ befindet, sind in den Tabellen 9 bis 11 in der Anlage 4 zusammengestellt.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass **am ersten Messtag (08.02.2017)** eine reine Mitwindwetterlage in Richtung des Messpunktes MP 2 (vgl. Anlage 1/2) und damit in die westliche Nachbarschaft vorherrschte, d.h., die am MP 2 erhobenen Messwerte können uneingeschränkt den weiteren Berechnungen und Bewertungen zugrunde gelegt werden, siehe Tabelle 9 in der Anlage 4. Dies betrifft allerdings nur die lauteren 4 Fahrzeuge (die 3 Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard-1“, „Leopard-2“ und „Puma“ sowie das Radfahrzeug vom Typ „Boxer“). Die Immissionen für die übrigen Radfahrzeuge wurden aus den Pegeldifferenzen der Emissionen dieser Fahrzeuge am EMO-1 gegenüber dem Radfahrzeug „Boxer“ ermittelt.

An den beiden weiteren Messtagen (16.02.2017) und (03.03.2017) war zwar jeweils eine Mitwindwetterlage von der Panzerteststrecke in Richtung der beiden Messpunkte MP 3 bzw. MP 1 (vgl. Anlage 1/2), d.h., in Richtung der ostsüdöstlichen Nachbarschaft bzw. in Richtung der nordnordwestlichen Nachbarschaft) prognostiziert worden, die aber so vor Ort nicht vorgefunden wurde.

In der Tabelle 10 in der Anlage 4 sind insofern **am zweiten Messtag (16.02.2017)** lediglich für die ersten 3 gemessenen Fahrzeuge, die beiden Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ sowie für das Radfahrzeug vom Typ „Boxer“, Messwerte für den MP 3 (vgl. Anlage 1/2) ausgewiesen, die bei einer „noch“ Mitwindwetterlage ermittelt wurden. Am Immissionsmessort EMO IO 4 waren davon wegen des deutlich größeren Abstandes aber lediglich die Geräusche der beiden (lauten) Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ sinnvoll auswertbar. Anschließend dreht der Wind in eine Querwindwetterlage bzw. sogar in eine solche mit Tendenz zum Gegenwind, so dass auf eine Auswertung der für die weiteren (leiseren) Radfahrzeuge erhobenen Messwerte verzichtet werden musste.

In der Tabelle 11 in der Anlage 4 sind **am dritten Messtag (03.03.2017)** für den untersuchten Messpunkt MP 1 (vgl. Anlage 1/2) keine Messwerte ausgewiesen, weil entgegen der prognostizierten Mitwindwetterlage eine Querwindwetterlage vorgefunden wurde. Die von den lauteren 4 Fahrzeugen (die 3 Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard-1“, „Leopard-2“ und „Puma“ sowie das Radfahrzeug vom Typ „Boxer“) verursachten Geräusche waren zwar hörbar und messbar, können aber wegen der Querwindwetterlage nicht in die weiteren Auswertungen einbezogen werden.

Somit muss letztendlich ausschließlich anhand der am Messpunkt MP 2 erhobenen Messwerte für die lauteren 4 Fahrzeuge (die 3 Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ und „Puma“ sowie das Radfahrzeug vom Typ „Boxer“) der Abgleich von zukünftig im Rahmen von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren zu entwickelnden digitalen akustischen Berechnungsmodellen vorgenommen werden.

Für die übrigen (leiseren) Radfahrzeuge, deren Geräusche sich am MP 2 nicht oder nicht mehr ausreichend weit aus dem Fremdgeräuschpegel (Grundgeräusch der Umgebung) heraushoben, muss der Abgleich der digitalen akustischen Berechnungsmodelle zwangsläufig aus den für das Radfahrzeug „Boxer“ an den Emissionsmessorten (EMO) in unmittelbarer Nähe der Panzerteststrecke (auf dem nordöstlichen Erdwall) erhobenen Messwerten unter Hinzuziehen der dort festgestellten Pegeldifferenzen zwischen den jeweiligen Fahrzeugen und dem Typ „Boxer“ vorgenommen werden.

In der folgenden Tabelle 3 sind die zusammengefassten (energetisch gemittelten) Messwerte aus den Tabellen 9 bis 11 in der Anlage 4 dargestellt, die maßgeblich für die weiteren Auswertungen und für die Bewertungen der Geräusche von der Panzerteststrecke in der weiter entfernt gelegenen Wohnnachbarschaft (vgl. IO 1 bis IO 5 sowie IO 6 bis IO 8 im Punkt 2.1) sind.

Die wesentlichen Randbedingungen für die zusammengefassten (energetisch gemittelten) Messwerte sind:

(1) Bereits an den gewählten Messpunkten MP 1 bis MP 3 sind die Geräusche der Fahrzeuge auf der Panzerteststrecke als „nicht impulshaltig“ im Sinne der TA Lärm einzustufen. Dies gilt für die Radfahrzeuge ohnehin und von vornherein, aber auch für die Kettenfahrzeuge.

Bei einem „normalen“ Rundenbetrieb dominiert schließlich das Motorengeräusch der Kettenfahrzeuge die Messwerte. Sofern die APG-Strecke (mit Bodenwellen) befahren wird, erhöhen sich zwar die anteiligen Geräusche der Ketten, ohne dass allerdings messbare und aus dem Pegel-Zeit-Verlauf herausragende Messwerte L_{AFmax} erkennbar sind. Obgleich sich der Höreindruck an den Messpunkten MP und an den Immissionsorten IO beim Befahren der APG-Streckenabschnitte ändert, ist dies vor allem lediglich auf eine andere Frequenzzusammensetzung des Gesamt-Geräusches zurückzuführen, nicht aber auf eine Impulshaltigkeit der Geräusche der Kettenfahrzeuge.

Eine Auswertung ausschließlich anhand der erhobenen Messwerte L_{Aeq} ist daher als normenkonform im Sinne der TA Lärm anzusehen, d.h., bei der Lärmbewertung in der Wohnnachbarschaft ist die Vergabe eines Lästigkeitszuschlages K_I für Impulshaltigkeit gemäß Nummer A.2.5.3 der TA Lärm nicht angezeigt.

(2) Die Vergabe eines emissions- oder immissionsseitigen Zuschlages K_T für Tonhaltigkeit der Fahrzeuggeräusche gemäß Nummer A.2.5.2 der TA Lärm kommt nach den Feststellungen des Gutachters ebenfalls nicht in Betracht, weil keine wesentlich aus dem Terzfrequenzspektrum herausragenden Pegel von tonalen Komponenten im Anlagengeräusch für den Frequenzbereich f > 90 Hz festgestellt wurden.

(3) Allerdings weisen die Motorengeräusche von den Kettenfahrzeugen (insbesondere von den beiden Panzern vom Typ „Leopard“) erhebliche tieffrequente Schallanteile im Frequenzbereich f < 90 Hz auf. Hierfür sind aber nach den Vorgaben des Verordnungsgebers keine Lästigkeitszuschläge bei der Berechnung der Beurteilungspegel für die maßgeblichen Immissionsorte gemäß TA Lärm zu berücksichtigen, vielmehr ist eine gesonderte und von den Berechnungsvorschriften der TA Lärm unabhängige zusätzliche Ermittlung und Bewertung dieser Schallanteile gemäß DIN 45680 /7/, /8/ vorzunehmen, siehe Punkt 6.5.

(4) Die lautesten Kettenfahrzeuge stellen die beiden Panzer vom Typ „Leopard“ dar. Diese könnten zwar wegen der nicht wesentlichen Unterschiede in den A-bewerteten Geräuschemissionen zu einer Fahrzeuggruppe zusammengefasst werden, wegen der deutlich erhöhten tieffrequenten Schallanteile und der unterschiedlichen Frequenzen dieser Anteile soll jedoch hierauf verzichtet werden.

(5) Der Panzer vom Typ „Puma“ weist sowohl geringere A-bewertete Geräuschemissionen als auch geringere tieffrequente Schallanteile auf als die beiden Panzer vom Typ „Leopard“, so dass er als eine eigene Fahrzeuggruppe zu behandeln ist.

(6) Das mit Abstand lauteste Radfahrzeug stellt das vom Typ „Boxer“ dar. Dieses ist insofern ebenfalls als eine eigene Fahrzeuggruppe zu behandeln.

(7) Alle übrigen Radfahrzeuge sind in ihrer Emission nahezu ebenbürtig. Da zudem absehbar ist, dass deren Fahrbetrieb zu keinen schalltechnischen Problemen in der Wohnnachbarschaft führen wird, ist eine weitere Unterscheidung der verschiedenen diesbezüglichen untersuchten Fahrzeuge im Zuge der Auswertungen und der Lärmbewertungen nicht erforderlich. Der Gutachter wählt daher das Radfahrzeug vom Typ „IVECO“ als das „ungünstigste“ der übrigen Radfahrzeuge aus.

Damit werden auch die (geringeren) Emissionen aller übrigen zum Einsatz kommenden Radfahrzeuge (außer „Boxer“) mit abgedeckt, vgl. Fußnote [2)] zur Tabelle 3 im Punkt 6.1 und Fußnote [5)] zur Tabelle 4 im Punkt 6.2.

Tabelle 3: zusammengefasste (energetisch gemittelte) Messwerte aus den Tabellen 9 bis 11 in der Anlage 4, die maßgeblich für die weiteren Auswertungen und für die Bewertungen der Geräusche von der Panzerteststrecke in der weiter entfernt gelegenen Wohnnachbarschaft sind

Kettenfahrzeuge - Angaben für den äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} in dB(A)

	EMO 1 - NW	**EMO 2 - Mitte**	**EMO 3 - SO**	**MP 2 - WNW**
Leopard 1				
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	80,0	83,7	82,1	58,1
v = 55 km/h	84,8	88,0	86,2	61,6
v = 30 km/h (mit APG)	80,8	84,3	82,5	60,3
v = 55 km/h (mit APG)	85,8	89,9	86,5	65,3
energetische Mittelwerte	**83,5**	**87,2**	**84,8**	**62,1**
Leopard 2				
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,2	82,2	80,5	56,3
v = 55 km/h	87,2	88,7	90,3	63,8
v = 30 km/h (mit APG)	83,1	85,2	83,2	58,8
v = 55 km/h (mit APG)	88,3	93,2	91,0	65,4
energetische Mittelwerte	**85,7**	**89,2**	**88,2**	**62,5**
Puma				
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	77,8	82,0	79,7	56,3
v = 55 km/h	84,4	87,6	85,3	62,7
v = 20 km/h (mit APG)	79,5	83,6	80,5	55,6
v = 50 km/h (mit APG)	84,6	89,7	85,8	60,5
energetische Mittelwerte	**82,5**	**86,8**	**83,6**	**59,7**

Tabelle 3: zusammengefasste (energetisch gemittelte) Messwerte aus den Tabellen 9 bis 11 in der Anlage 4, die maßgeblich für die weiteren Auswertungen und für die Bewertungen der Geräusche von der Panzerteststrecke in der weiter entfernt gelegenen Wohnnachbarschaft sind
- Fortsetzung -

Radfahrzeuge - Angaben für den äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} in dB(A)

	EMO 1 - NW	**EMO 2 - Mitte**	**EMO 3 - SO**	**MP 2 - WNW**
Boxer				
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	60,8	68,3	62,2	42,0 [1)]
v = 70 km/h	69,8	72,5	72,0	51,0
v = 20 km/h (mit APG)	61,0	66,5	62,3	44,8 [1)]
v = 60 km/h (mit APG)	70,7	76,1	73,1	54,5
energetische Mittelwerte	**67,8**	**72,4**	**70,0**	**50,5**
IVECO u.a.				
v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	58,9	61,8	61,2	40,1 [2)]
v = 65 km/h	62,2	66,8	66,0	43,4 [2)]
v = 20 km/h (mit APG)	56,9	61,7	60,2	40,7 [2)]
energetische Mittelwerte	**59,9**	**64,1**	**63,3**	**41,6**

1) Gemäß Tabelle 9 in der Anlage 4 war eine Auswertung aufgrund von Fremdgeräuschen nicht möglich. Die angegebenen Werte wurden aus den übrigen für diesen Betriebszustand am MP 2 erhobenen Messwerten und den an den Emissionsmessorten (EMO) festgestellten Pegeldifferenzen berechnet.

2) Gemäß Tabelle 9 in der Anlage 4 war dieser Betriebszustand nicht hör- und messbar. Die angegebenen Werte wurden aus den Pegeldifferenzen am Emissionsmessort EMO 1 zwischen den Radfahrzeugen „Boxer“ und „IVECO“ berechnet. Das Radfahrzeug „IVECO“ als das lauteste aller Radfahrzeuge (außer „Boxer“) deckt auch die (geringeren) Emissionen aller übrigen zum Einsatz kommenden Radfahrzeuge (außer „Boxer“) mit ab, vgl. Anstrich (7) im Punkt 6.1 und Fußnote 5) zur Tabelle 4 im Punkt 6.2.

In den folgenden Abbildungen 1 bis 4 sind die Terzfrequenzspektren der verschiedenen am Messpunkt MP 2 erfassten Fahrzeuge - energetisch gemittelt über alle Fahrsituationen - angegeben:

Abbildung 1:
Terzfrequenzanalyse der Z- und A-bewerteten Schalldruckpegel am MP-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Leopard 1" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

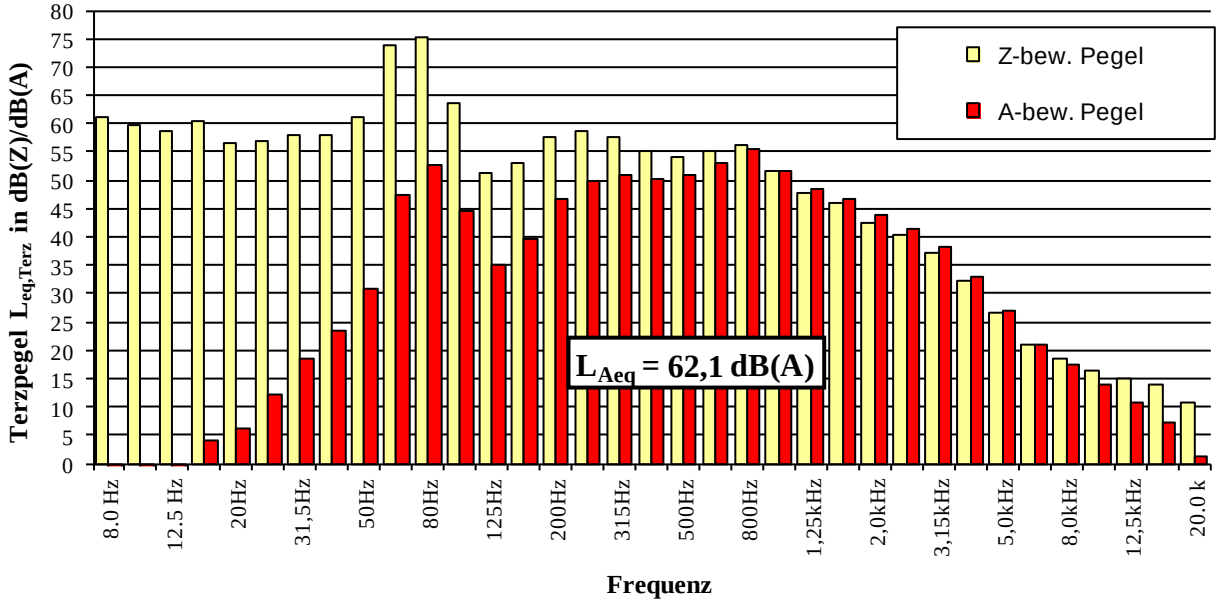


Abbildung 2:
Terzfrequenzanalyse der Z- und A-bewerteten Schalldruckpegel am MP-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Leopard 2" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

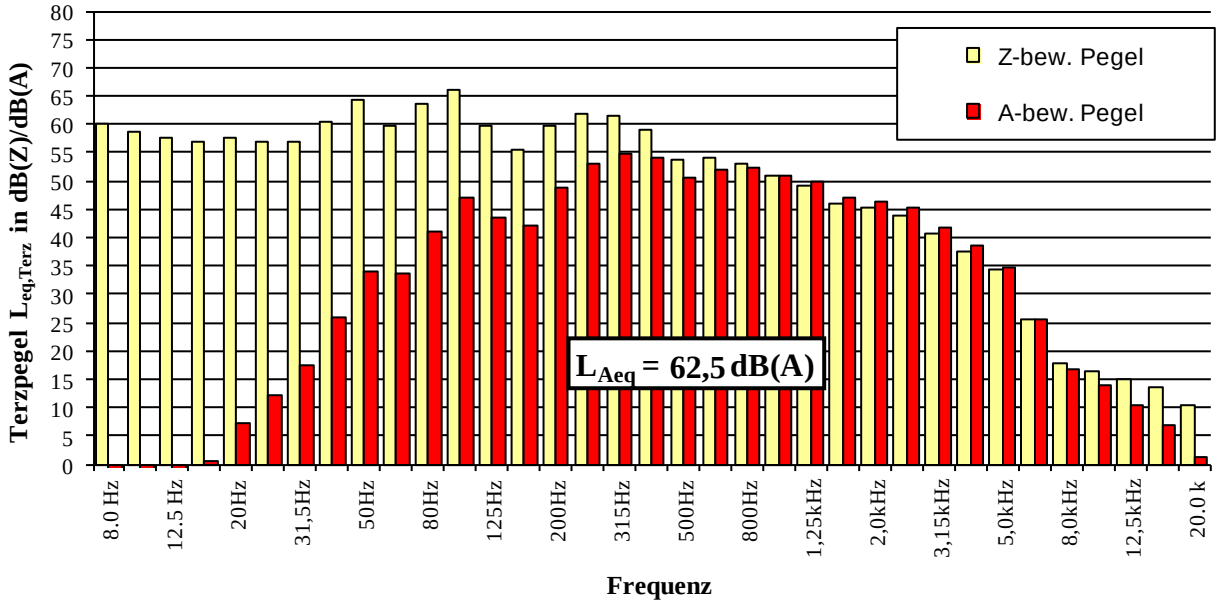


Abbildung 3:

Terzfrequenzanalyse der Z- und A-bewerteten Schalldruckpegel am MP-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Puma" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

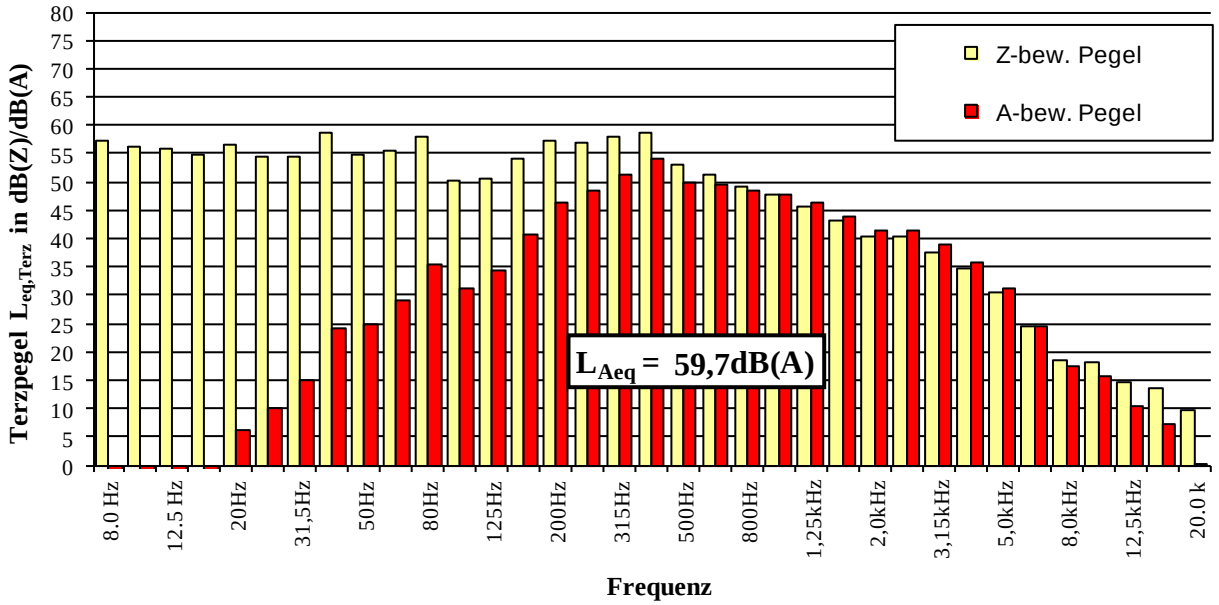
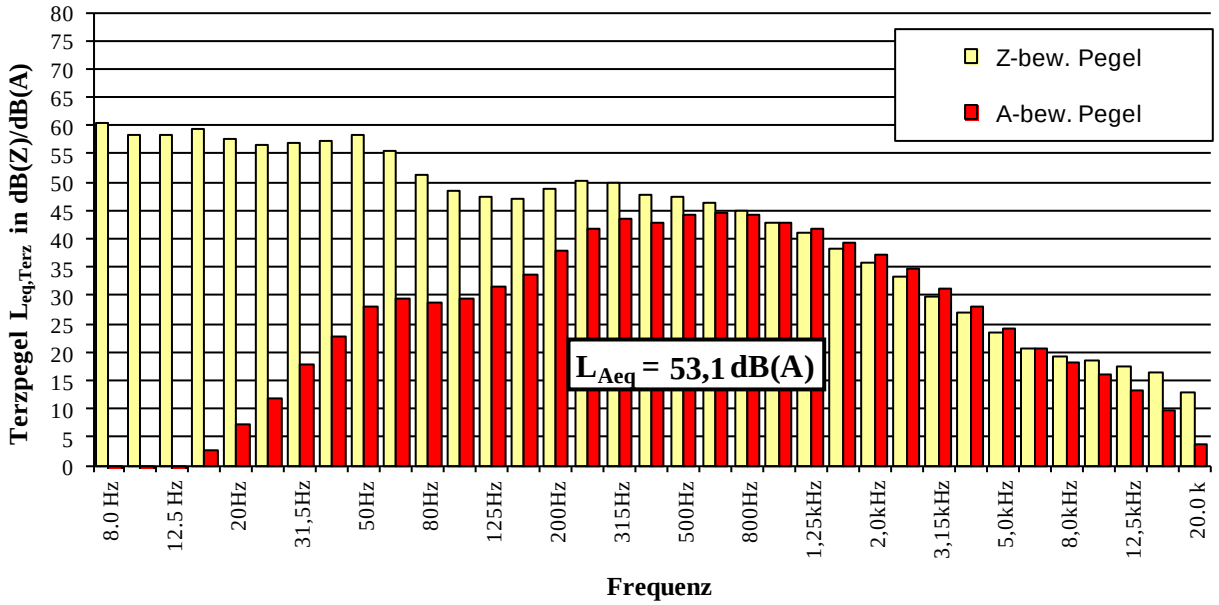


Abbildung 4:

Terzfrequenzanalyse der Z- und A-bewerteten Schalldruckpegel am MP-2 für die Testfahrten des Radfahrzeugs "Boxer" (als Mittelwerte über 2 gemessene Fahrsituationen)



6.2 Umfang der durch die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke

In der folgenden Tabelle 4 ist der Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke dargestellt:

Tabelle 4: Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke

Fahrzeug	durchschnittliche Anzahl der Runden pro Testfahrt	maximale Anzahl von Runden [1] je Testfahrt
Kettenfahrzeuge		
Leopard 1	25	**65** [2]
Leopard 2	25	**60** [3]
Puma	30 bis 35	**60** [3]
Radfahrzeuge [4] [5] [6]		
GTK Boxer	100	**1.203** [4] [6]
Dingo	25	**6.016** [5] [6]
Dingo HD	25	
Fennek	25	
Iveco FSA [5]	2 bis 4	

[1] Die zeitliche Dauer einer Runde auf dem ca. 1 km langen Rundkurs beträgt bei einer mittleren Geschwindigkeit von 30 km/h genau 2 Minuten.

[2] Die gesamte Fahrzeit pro Tag beträgt bei 30 km/h gemäß [1] nur 130 Minuten. Mit der nachträglichen Anordnung /17/ sind 1.176 Betriebsstunden pro Jahr genehmigt, d.h., bei 250 Arbeitstagen im Jahr etwa 4,7 Stunden pro Tag. Die Beschränkung auf nur noch 130 Minuten pro Tag bedeutet eine Schallpegelminderung für die Wohnnachbarschaft in Höhe von $K_Z = 10 * \lg (130 \text{ min} / 4{,}7 \text{ h}) \text{ dB} = - 3{,}4 \text{ dB}$ beim derzeit und zukünftig stattfindenden Betrieb gegenüber dem genehmigten Betrieb.

[3] Die gesamte Fahrzeit pro Tag beträgt bei 30 km/h gemäß [1] nur 120 Minuten (= 2 h). Mit der nachträglichen Anordnung /17/ sind 1.176 Betriebsstunden pro Jahr genehmigt, d.h., bei 250 Arbeitstagen im Jahr etwa 4,7 Stunden pro Tag. Die Beschränkung auf nur noch 120 Minuten pro Tag bedeutet eine Schallpegelminderung für die Wohnnachbarschaft in Höhe von $K_Z = 10 * \lg (120 \text{ min} / 4{,}7 \text{ h}) \text{ dB} = - 3{,}7 \text{ dB}$ beim derzeit und zukünftig stattfindenden Betrieb gegenüber dem genehmigten Betrieb.

4) Die Auflistung der neben dem „Boxer“ zum Einsatz kommenden übrigen Radfahrzeuge ist nicht abschließend. So werden nach den Angaben des Auftraggebers z.B. auch die Typen „Fennek QA“, „Mungo 1“ sowie „Mungo 2/3“ zum Einsatz kommen, die nicht mit in die Messungen einbezogen werden konnten.

5) Das Radfahrzeug „IVECO“ als das lauteste aller Radfahrzeuge (außer „Boxer“) deckt allerdings die (geringeren) Emissionen aller übrigen zum Einsatz kommenden Radfahrzeuge (außer „Boxer“) mit ab, vgl. Anstrich (7) im Punkt 6.1 und Fußnote 2) zur Tabelle 3 im Punkt 6.1.

6) Bei den angegebenen Rundenzahlen handelt es sich um die aus schalltechnischer Sicht berechneten höchstmöglichen Rundenanzahlen, mit denen die nachfolgenden Berechnungen durchgeführt werden. Die Anzahl der tatsächlich pro Tag erforderlichen Rundenanzahlen liegen um einen erheblichen Betrag darunter.

6.3 Berechnung der Beurteilungspegel für den gewählten Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft

In der folgenden Tabelle 5 berechnet der Gutachter die Beurteilungspegel für den gewählten Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft für den im Punkt 6.2 angegebenen Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke.

Ausgangspunkt bilden dabei die in der Tabelle 3 im Punkt 6.1 angegebenen Messwerte L_{Aeq} für jede einzelne der 3 bzw. 4 untersuchten und derzeit und zukünftig stattfindenden Fahrsituationen auf dem ca. 1 km langen Rundkurs der Panzerteststrecke und die Fahrzeiten pro Runde, die aus den angegebenen Geschwindigkeiten resultieren.

Mit einem weiteren Korrekturwert K_N wird die Anzahl N der Runden je Fahrsituation auf dem Rundkurs berücksichtigt. Der Gutachter verteilt dabei die gesamte derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl gemäß Tabelle 4 im Punkt 6.2 gleichmäßig über alle jeweils gemessenen Fahrsituationen.

Diese Vorgehensweise führt auch hier zu Berechnungen „auf der sicheren Seite“ für die Wohnnachbarschaft, weil nach den Angaben des Auftraggebers die jeweils „lauten“ Betriebszustände mit Geschwindigkeiten $v \geq 50$ km/h eher die Ausnahme darstellen und in einem nur geringen Umfang stattfinden bzw. stattfinden werden.

<u>Die in der folgenden Tabelle 5 angegebenen Korrekturwerte K wurden wie folgt berechnet:</u>

(1) Zeitabschlag K_Z für die Fahrzeit t_E pro Runde, die sich auf dem ca. 1 km langen Rundkurs mit der benannten Geschwindigkeit v für die 16-stündige Beurteilungszeit „Tag“ (6 bis 22 Uhr) ergibt:

$$K_Z = 10 * \lg (t_E / 16 \text{ h}) \text{ dB}$$

$t_E = (60 \text{ km/h} / v) \text{ min}$
v = Geschwindigkeit des Fahrzeuges mit der Maßeinheit km/h

(2) Korrekturwert K_N für die derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl N für jedes Fahrzeug auf dem ca. 1 km langen Rundkurs

$$K_N = 10 * \lg (N) \text{ dB}$$

N = derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl N auf dem ca. 1 km langen Rundkurs

<u>*Hinweis:*</u>

Ein anteiliger Zuschlag $K_{R,Teil}$ für Geräuscheinwirkung in Tageszeiten mit erhöhter Immissionsempfindlichkeit (werktags von 6 bis 7 Uhr und von 20 bis 22 Uhr) gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm /4/ ist bei den Berechnungen nicht zu berücksichtigen, weil ein Betrieb der Panzerteststrecke ausschließlich außerhalb dieser Zeiten und somit lediglich werktags von 7 bis 20 Uhr stattfindet.

Tabelle 5: Berechnung der anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,Teil}$ für den gewählten Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft beim alleinigen Betrieb des ca. 1 km langen Rundkurses der Panzerteststrecke

Kettenfahrzeuge

	L_{Aeq} in dB(A)	K_Z in dB für 1 Runde	Runden-anzahl	K_N in dB	**$L_{r,Teil}$ in dB(A)**
Leopard 1					
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	**58,1**	- 26,8	16,25	+ 12,1	43,4
v = 55 km/h	**61,6**	- 29,4	16,25	+ 12,1	44,3
v = 30 km/h (mit APG)	**60,3**	- 26,8	16,25	+ 12,1	45,6
v = 55 km/h (mit APG)	**65,3**	- 29,4	16,25	+ 12,1	48,0
Summenwert		**65**			**51,8**
Leopard 2					
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	**56,3**	- 26,8	15	+ 11,8	41,3
v = 55 km/h	**63,8**	- 29,4	15	+ 11,8	46,2
v = 30 km/h (mit APG)	**58,8**	- 26,8	15	+ 11,8	43,8
v = 55 km/h (mit APG)	**65,4**	- 29,4	15	+ 11,8	47,8
Summenwert		**60**			**51,4**
Puma					
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	**56,3**	- 26,8	15	+ 11,8	41,3
v = 55 km/h	**62,7**	- 29,4	15	+ 11,8	45,1
v = 20 km/h (mit APG)	**55,6**	- 25,1	15	+ 11,8	42,3
v = 50 km/h (mit APG)	**60,5**	- 29,0	15	+ 11,8	43,3
Summenwert		**60**			**49,2**

Tabelle 5: Berechnung der anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,Teil}$ für den gewählten Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft beim alleinigen Betrieb des ca. 1 km langen Rundkurses der Panzerteststrecke

- Fortsetzung -

Radfahrzeuge

	L_{Aeq} in dB(A)	K_Z in dB für 1 Runde	Runden-anzahl	K_N in dB	**$L_{r,Teil}$ in dB(A)**
Boxer					
v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	**42,0**	- 26,8	300,75	+ 24,8	40,0
v = 70 km/h	**51,0**	- 30,5	300,75	+ 24,8	45,3
v = 20 km/h (mit APG)	**44,8**	- 26,8	300,75	+ 24,8	42,8
v = 60 km/h (mit APG)	**54,5**	- 29,8	300,75	+ 24,8	49,5
Summenwert		**1.203**			**51,8**
IVECO u.a.					
v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	**40,1**	- 27,5	2.005,33	+ 33,0	45,6
v = 65 km/h	**43,4**	- 30,2	2.005,33	+ 33,0	46,2
v = 20 km/h (mit APG)	**40,7**	- 25,1	2.005,33	+ 33,0	48,6
Summenwert		**6.016**			**51,8**

6.4 Oktavbezogene längenbezogene Schallleistungspegel für die Panzerteststrecke für zukünftige Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft

Bei zukünftigen Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft ist für den alleinigen Betrieb Panzerteststrecke der ca. 1 km lange Rundkurs mit längenbezogenen Schallleistungspegeln in der vorgefundenen mittleren Emissionshöhe von h = 1 m über Gelände zu belegen.

Nach entsprechenden Voruntersuchungen des Gutachters ist es nicht erforderlich, verschiedene Teilabschnitte der gesamten Strecke (nordwestliche Wendeschleife, gerader Streckenabschnitt, südöstliche Wendeschleife) mit unterschiedlichen Pegelwerten zu belegen. Die ausreichend großen Entfernungen der maßgeblichen Immissionsorte (vgl. Punkt 2) lassen die Vergabe eines einheitlichen längenbezogenen Schallleistungspegels zu. Schließlich liegt der Fehler unterhalb von etwa 0,5 dB und damit deutlich unterhalb der im Punkt 6.8 des vorliegenden Gutachtens genannten Messunsicherheiten.

Zum „Kalibrieren“ des längenbezogenen Schallleistungspegels der Panzerteststrecke im digitalen akustischen Berechnungsmodell muss bei zukünftigen Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft der im vorangegangenen Punkt 6.3 berechnete Beurteilungspegel am Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft der Strecke (vgl. Punkt 5.1, ca. 10 m östlich vom Radweg auf der Ostseite der Eisenbahnstrecke, siehe auch Anlage 1/2) herangezogen werden.

Dieser beträgt für jede einzelne der 5 zu untersuchenden Fahrsituationen

- 65 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 1“
- 60 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 2“
- 60 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Puma“

- 1.203 Runden pro Tag mit dem Radfahrzeug „Boxer“
- 6.016 Runden pro Tag mit allen übrigen Radfahrzeugen, z.B. „IVECO“

$L_{r,Tag}$ = 51,8 dB(A)	für „Leopard 1“, „Boxer“ und „IVECO“
$L_{r,Tag}$ = 51,4 dB(A)	für „Leopard 2“
$L_{r,Tag}$ = 49,2 dB(A)	für „Puma“

Mit dem im Berechnungsmodell insofern einzustellenden Zahlenwert des längenbezogenen Schallleistungspegels für den 1 km langen Rundkurs können dann durch sachverständige Ingenieurbüros die Beurteilungspegel für die maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft vom Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG berechnet werden.

Im vorliegenden Fall ist wegen der unterschiedlichen Frequenzzusammensetzung der Fahrgeräusche eine oktavbezogene Schallausbreitungsrechnung - wie im Punkt A.2.3.1 der TA Lärm ohnehin favorisiert - durchzuführen. Die entsprechend tieffrequenten Schallanteile der Kettenfahrzeuge „Leopard 2“ und insbesondere „Leopard 1“ werden insofern in der weiter entfernt gelegenen Wohnnachbarschaft geringfügig höhere A-bewertete Beurteilungspegel ergeben als eine Schallausbreitungsrechnung lediglich für eine mittlere Frequenz von f = 500 Hz.

Aus den folgenden Abbildungen 5 bis 9 sind für jeden der vorgenannten 5 Fahrzeugtypen die oktavbezogenen Relativspektren der Geräuschemissionen ersichtlich.

Diese wurden aus den am Emissionsmessort EMO 2 (in der Mitte der Panzerteststrecke) erhobenen Messwerten für den äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} ermittelt. Dabei wurden alle 3 bzw. 4 untersuchten Fahrzustände - unter Berücksichtigung der jeweils unterschiedlichen Einwirkzeiten infolge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten - energetisch gemittelt.

Abbildung 5:
Relatives Oktavspektrum des A-bewerteten Schallleistungspegels am EMO-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Leopard 1" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

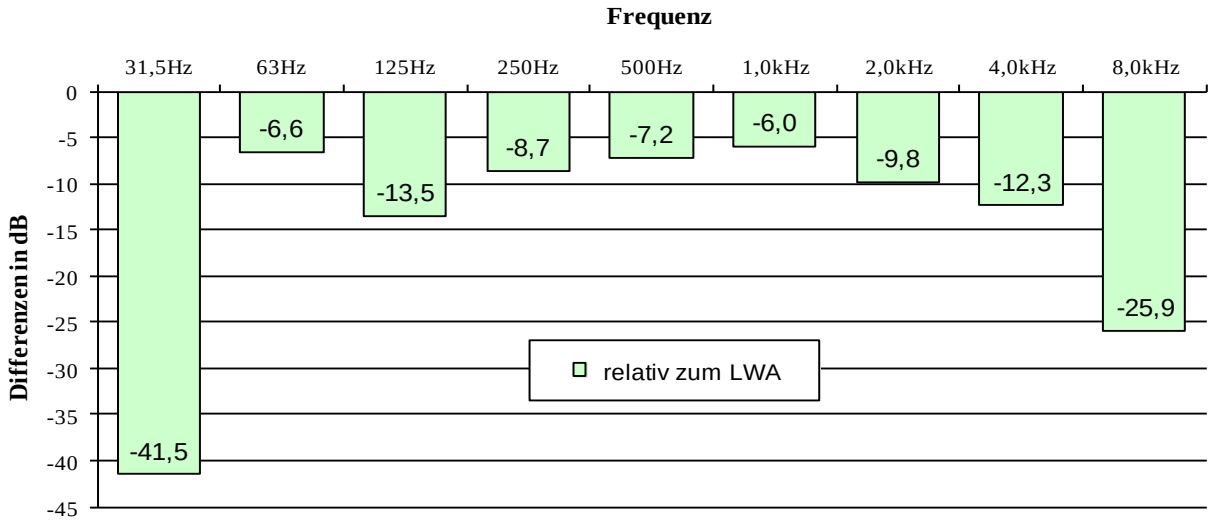


Abbildung 6:
Relatives Oktavspektrum des A-bewerteten Schallleistungspegels am EMO-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Leopard 2" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

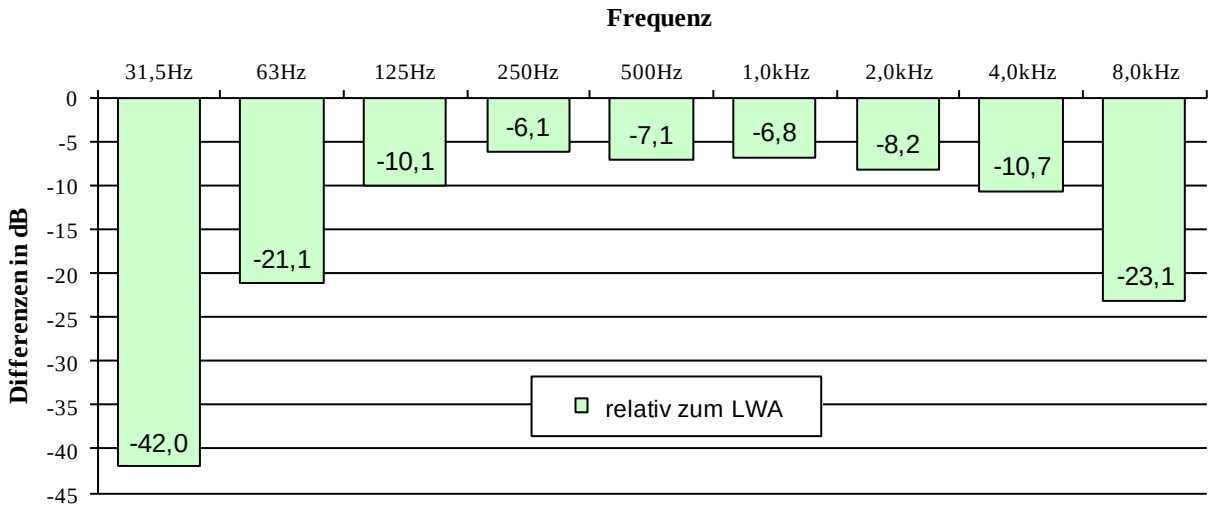


Abbildung 7:
Relatives Oktavspektrum des A-bewerteten Schallleistungspegels am EMO-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Puma" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

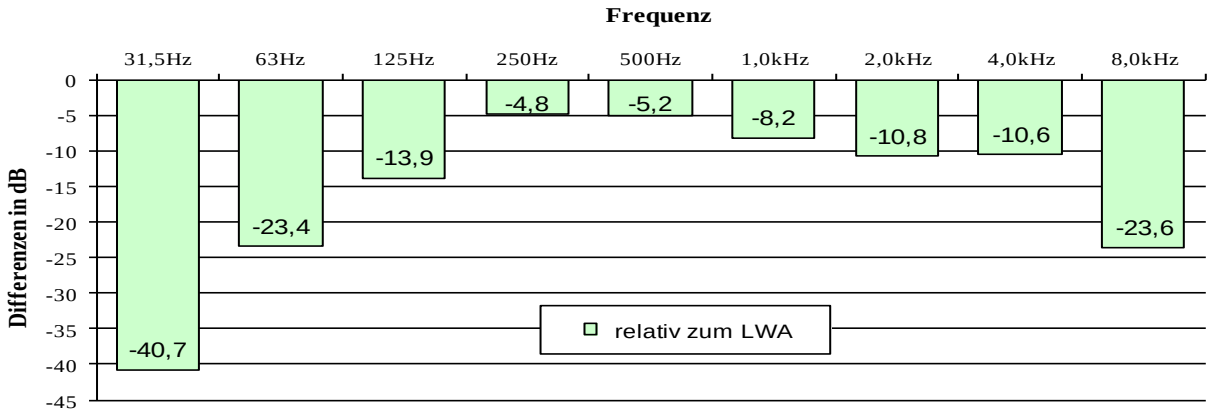


Abbildung 8:
Relatives Oktavspektrum des A-bewerteten Schallleistungspegels am EMO-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "Boxer" (als Mittelwerte über alle 4 Fahrsituationen)

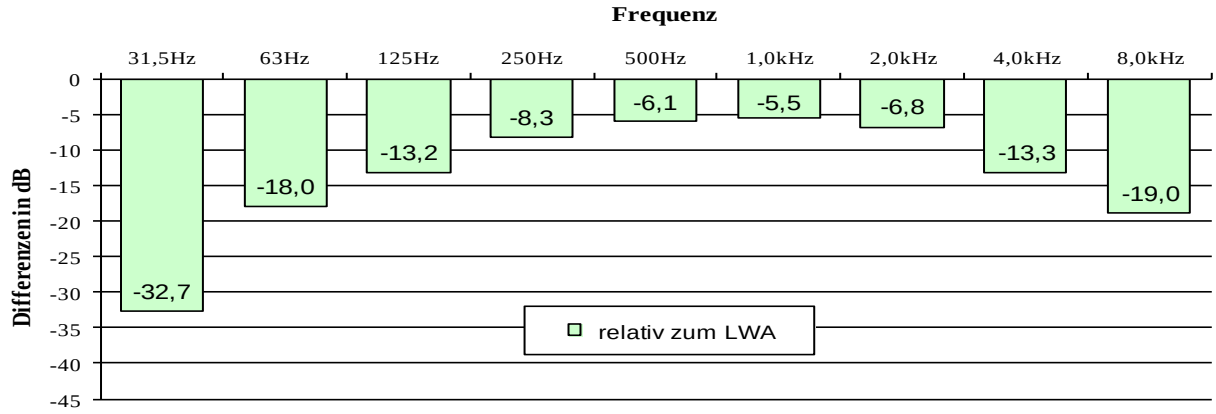
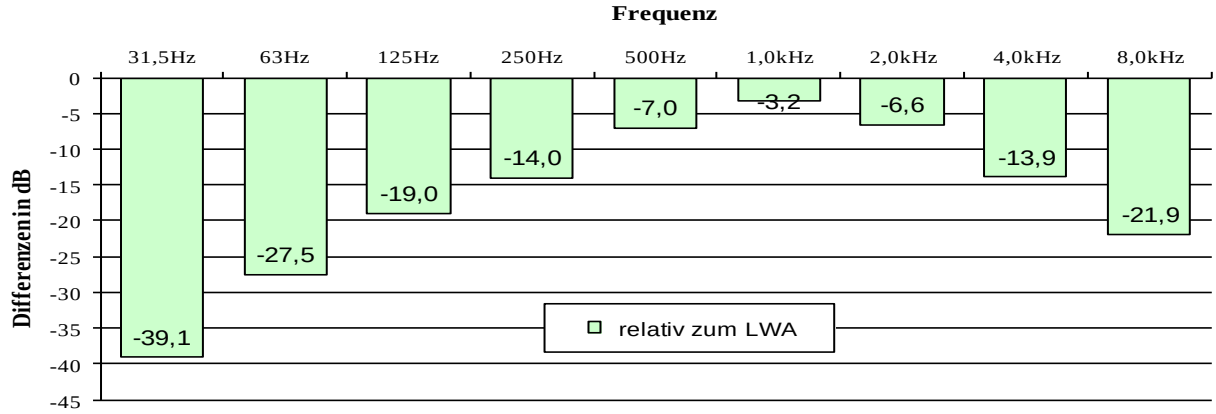


Abbildung 9:
Relatives Oktavspektrum des A-bewerteten Schallleistungspegels am EMO-2 für die Testfahrten des Kettenfahrzeugs "IVECO" (als Mittelwerte über alle 3 Fahrsituationen)



6.5 Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Schallemissionen und -immissionen

Bei den durchgeführten Geräuschpegelmessungen wurden sowohl an den Emissionsmessorten EMO 1 bis EMO 3 auf dem Erdwall am nordöstlichen Rand der Panzerteststrecke als auch an den etwas weiter entfernt gelegenen zusätzlichen Messpunkten MP 1 bis MP 3 auf dem Ausbreitungsweg des Schalls in Richtung der nächsten Wohnnachbarschaft nicht unerhebliche tieffrequente Schallanteile beim Betrieb der Kettenfahrzeuge festgestellt. Aufgrund der Höhe der Pegelwerte und der z.T. auch vorhandenen tieffrequenten tonalen Komponenten - vorzugsweise im Bereich der Terzen mit den Mittenfrequenzen f_{Terz} = 63, 80 und 100 Hz - ist eine zusätzliche Beurteilung dieser Schallanteile gemäß Nummer 7.3 der TA Lärm auf der Grundlage der DIN 45680 /7/ einschl. Beiblatt 1 /8/ erforderlich.

Die Radfahrzeuge hingegen verursachten erwartungsgemäß keine maßgeblichen tieffrequenten Schallanteile, weil deren Motorisierung eher den Fahrzeugen vergleichbar ist, die auch im öffentlichen Straßenverkehr zugelassen sind.

Von den Kettenfahrzeugen ist der Panzer vom Typ „Leopard 1“ das mit den höchsten anteiligen tieffrequenten Schallemissionen, der Panzer vom Typ „Puma“ das mit den anteilig geringsten. Das tieffrequente Geräuschniveau des Panzers vom Typ „Leopard 2“ liegt zwischen dem der beiden genannten anderen Kettenfahrzeuge.

Ausgehend von den am Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft erhobenen Messwerten im Frequenzbereich 8 Hz $\leq f \leq$ 100 Hz (tieffrequenter Bereich) sollen die Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ des tieffrequenten Schalls für den maßgeblichen Immissionsort IO 1 „Mayrstraße 3“ in der nördlichen Wohnnachbarschaft für den im Punkt 6.2 angegebenen Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke berechnet werden.

Ausgangspunkt bilden die erhobenen Z-bewerteten (linearen) Messwerte $L_{Terz,eq}$ für jede einzelne der 4 untersuchten und derzeit sowie zukünftig stattfindenden Fahrsituationen der 3 Kettenfahrzeuge auf dem ca. 1 km langen Rundkurs der Panzerteststrecke sowie die Fahrzeiten pro Runde, die aus den angegebenen Geschwindigkeiten (vgl. Tabelle 5 im Punkt 6.3) resultieren.

Mit einem weiteren Korrekturwert K_N wird die Anzahl N der Runden je Fahrsituation auf dem Rundkurs berücksichtigt. Der Gutachter verteilt dabei die genannte maximale Rundenanzahl gemäß Tabelle 4 im Punkt 6.2 gleichmäßig über alle jeweils gemessenen Fahrsituationen.

Vergleichbar den Berechnungen im Punkt 6.3 wurden wiederum die in der Tabelle 5 angegebenen Korrekturwerte K_Z und K_N in Ansatz gebracht.

Diese Vorgehensweise führt - wie auch schon im vorangegangenen Punkt 6.3 - zu Berechnungen „auf der sicheren Seite“ für die Wohnnachbarschaft, weil nach den Angaben des Auftraggebers die jeweils „lauten“ Betriebszustände mit Geschwindigkeiten v $\geq$ 50 km/h eher die Ausnahme darstellen und in einem nur geringen Umfang stattfinden bzw. stattfinden werden.

Die so berechneten anteiligen Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r,Teil}$ des tieffrequenten Schalls für jede der 4 untersuchten Fahrsituationen wurden anschließend zu den maßgebenden Terz-Beurteilungspegeln $L_{Terz,r}$ am Messpunkt MP 2 für jede einzelne Frequenz im Bereich 8 Hz ≤ f ≤ 100 Hz energetisch überlagert.

Der Gutachter führt diese Berechnungen bis zum nächstgelegenen Wohngebäude IO 1 „Mayrstraße 3“ in der nördlichen Wohnnachbarschaft weiter und berücksichtigt eine Entfernungskorrektur von ΔA_{div} = - 0,4 dB, die aufgrund des geringfügig größeren Abstandes des Wohngebäudes IO 1 „Mayrstraße 3“ vom Rundkurs und der etwas abweichenden Schallausbreitungsbedingungen gegenüber dem Messpunkt MP 2 resultiert:

Gemäß DIN 45680 /7/ liegt der maßgebliche Immissionsort des tieffrequenten Schalls aber nicht - wie bei der TA Lärm - in 0,5 m Abstand <u>außen vor</u> dem geöffneten Fenster eines schutzbedürftigen Raumes, sondern am ungünstigsten Punkt <u>innerhalb</u> des Raumes bei geschlossenen Fenstern.

Es liegt auf der Hand, dass Isolierglasfenster, die dem Stand der Technik entsprechen, bei tiefen Frequenzen deutlich niedrigere Schalldämm-Maße aufweisen als den allgemein bekannten Einzahlwert von z.B. R_W = 37 dB, der lediglich für eine mittlere Frequenz von f = 500 Hz gilt. Nach den umfangreichen Erfahrungen des Gutachters mit tieffrequenten Schallimmissionen werden folgende Pegeldifferenzen außen - innen bei den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt:

- 8 Hz ≤ f_{Terz} ≤ 31,5 Hz: 5 dB
- 40 Hz ≤ f_{Terz} ≤ 50 Hz: 10 dB
- 63 Hz ≤ f_{Terz} ≤ 80 Hz: 15 dB
- f_{Terz} = 100 Hz: 15 dB [1)]

[1)] Obgleich durch den Gutachter bei eigenen Untersuchungen auch Werte bis zu 20 dB festgestellt wurden, bleibt es bei dem hier angegebenen Wert, wie er aus dem Leitfaden /18/ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in Augsburg resultiert.

Es ist zu beachten, dass für die maßgeblichen Terzen mit den Mittenfrequenzen von f_{Terz} = 63, 80 und 100 Hz, die die höchsten Energieanteile aufweisen, die ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge des Schalls (λ_{63Hz} = 5,43 m, λ_{80Hz} = 4,28 m und λ_{100Hz} = 3,42 m) üblicherweise mit den Raumabmessungen von schutzbedürftigen Räumen übereinstimmen und sich insofern Resonanzüberhöhungen mit deutlich erhöhten Terzpegeln innerhalb des schutzbedürftigen Raumes ausbilden können, d.h., die ohnehin schon tonalen tieffrequenten Komponenten <u>außerhalb</u> der Wohngebäude werden dann **<u>innerhalb</u>** der schutzbedürftigen Räume noch sehr viel weiter aus dem Terzspektrum herausragen.

Insofern wird im Weiteren die strengere Beurteilung für „tonal tieffrequenten Schall“ gemäß Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ vorgenommen (vgl. auch Punkt 4.2).

In den folgenden Abbildungen 10, 12 und 14 sind die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ des tieffrequenten Schalls angegeben, die für „ungünstige“ Immissionsorte in der nächsten nördlichen Wohnnachbarschaft der Panzerteststrecke (z.B. IO 1 „Mayrstraße 3“) zu erwarten sind.

Zusätzlich sind die dafür zum Vergleich heranzuziehenden Werte angegeben, d.h., die um die Anhaltswerte „Tag“ (AHW_{Tag}) gemäß Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ erhöhten Hörschwellenpegel L_{HS} gemäß Punkt 5.2.3 der DIN 45680.

Darüber hinaus sind in den folgenden Abbildungen 11, 13 und 15 die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls angegeben, die für „ungünstige“ Immissionsorte in der nächsten nördlichen Wohnnachbarschaft der Panzerteststrecke (z.B. IO 1 „Mayrstraße 3“) zu erwarten sind.

Zusätzlich sind auch hier die zum Vergleich heranzuziehenden Werte angegeben, d.h., die um die Anhaltswerte „Tag“ (AHW_{Tag}) gemäß Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ erhöhten Hörschwellenpegel L_{HS} gemäß Punkt 5.2.3 der DIN 45680.

Abbildung 10:

Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" für den Fahrbetrieb "Leopard 1" - 65 Runden pro Tag - alle 4 Fahrsituationen gemittelt

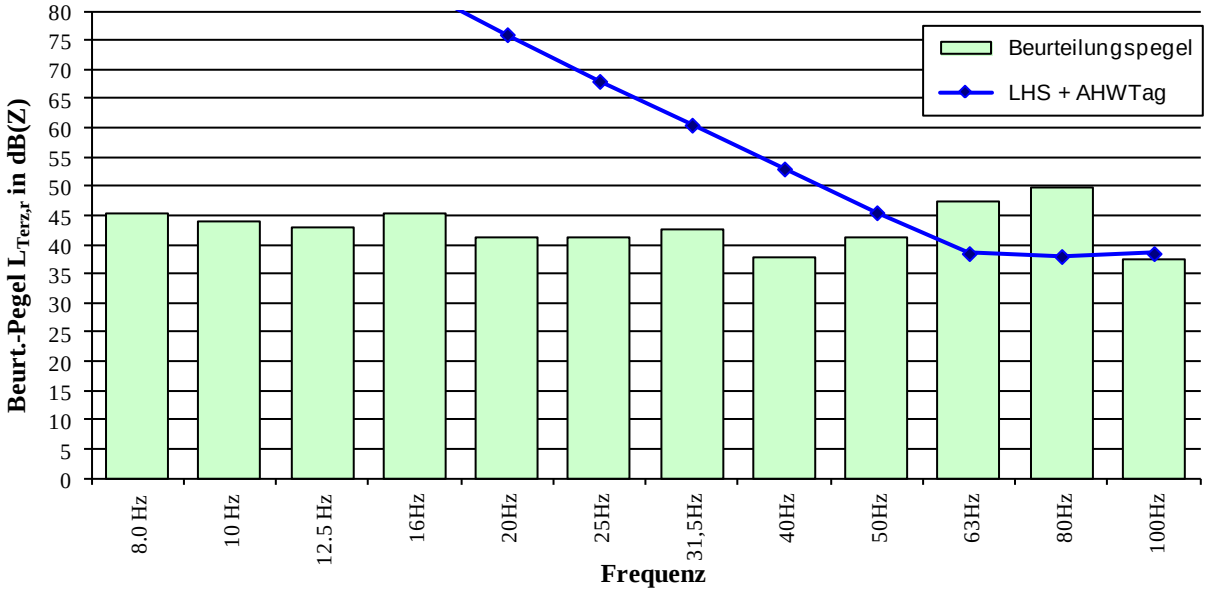


Abbildung 11:

Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" beim Fahrbetrieb "Leopard 1"

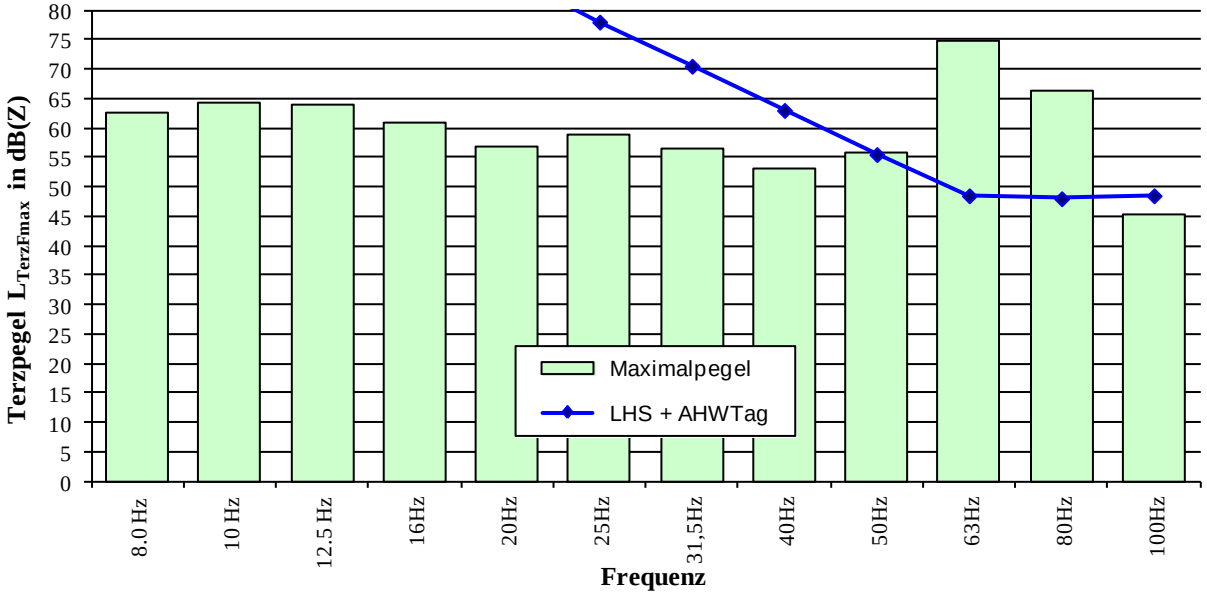


Abbildung 12:

Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" für den Fahrbetrieb "Leopard 2" - 60 Runden pro Tag - alle 4 Fahrsituationen gemittelt

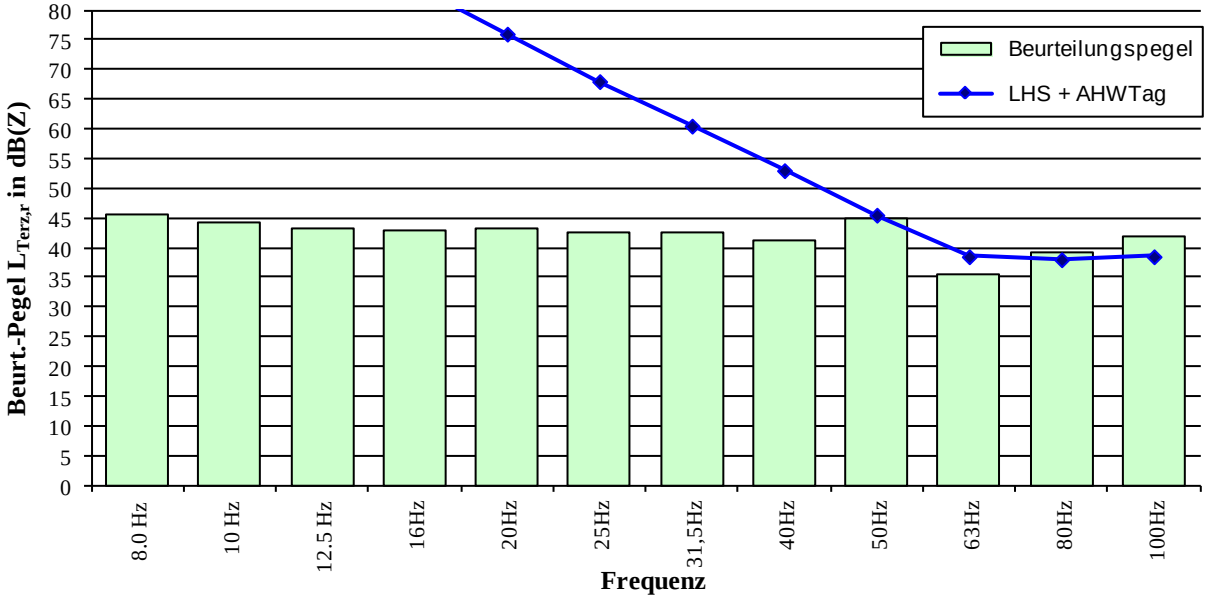


Abbildung 13:

Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" beim Fahrbetrieb "Leopard 2"

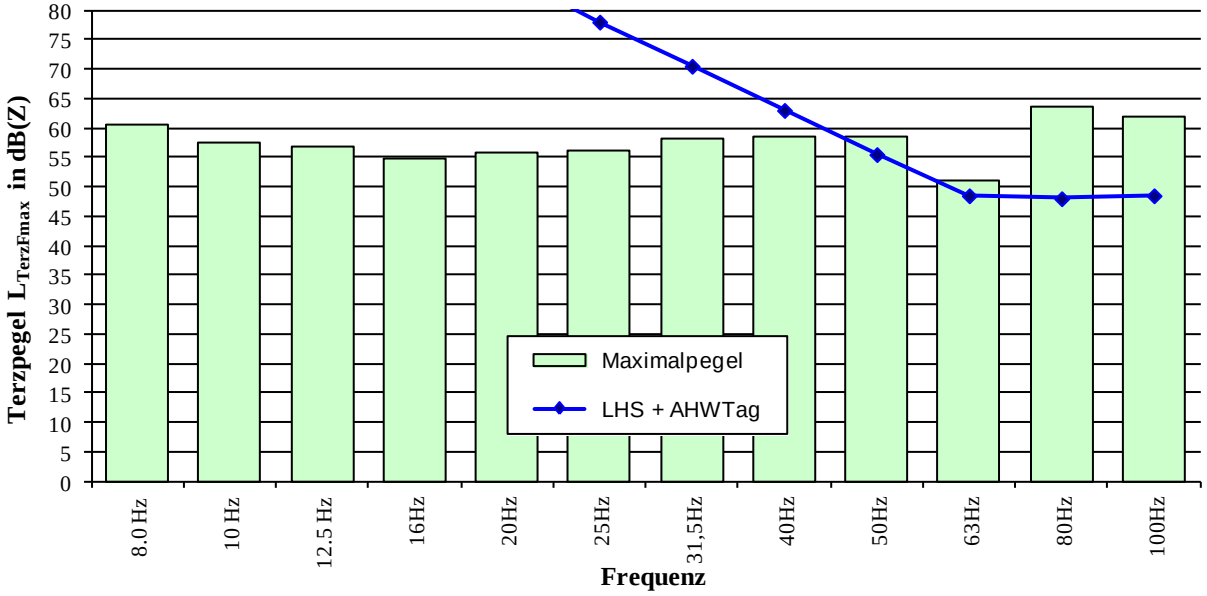


Abbildung 14:

Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" für den Fahrbetrieb "Puma" - 60 Runden pro Tag - alle 4 Fahrsituationen gemittelt

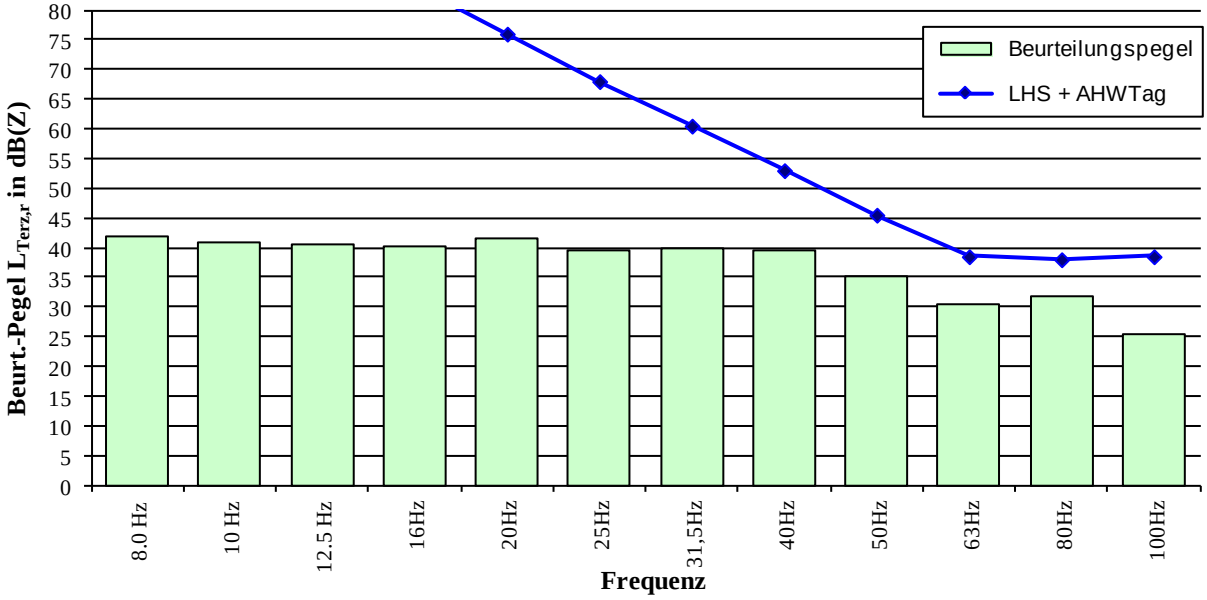
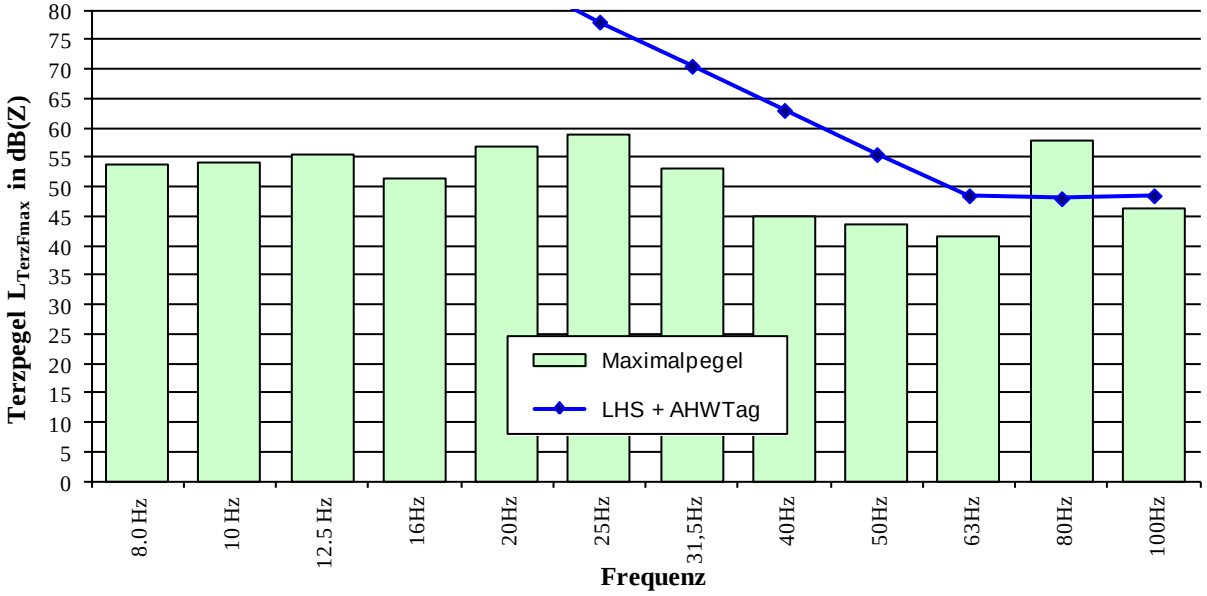


Abbildung 15:

Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ innerhalb des Wohngebäudes IO 1 "Mayrstraße 3" beim Fahrbetrieb "Puma"



In der folgenden Tabelle 6 sind für die jeweils ungünstigste Terz die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls nochmals im Überblick angegeben, die - beispielhaft - für „ungünstige“ Immissionsorte in der nächsten nördlichen Wohnnachbarschaft (z.B. IO 1 „Mayrstraße 3“) der Panzerteststrecke zu erwarten sind.

Zusätzlich sind die dafür zum Vergleich heranzuziehenden Werte angegeben, d.h., die um die Anhaltswerte „Tag“ (AHW_{Tag}) gemäß Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ erhöhten Hörschwellenpegel L_{HS} gemäß Punkt 5.2.3 der DIN 45680.

Tabelle 6: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und Z-bewerteten (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls in der nächsten nördlichen Wohnnachbarschaft (z.B. beispielhaft IO 1 „Mayrstraße 3“) der Panzerteststrecke sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten

Fahrzeug	Terz mit der Mittenfrequenz f_{Terz} in Hz	**$L_{Terz,r}$ in dB(Z)**	L_{HS} + AHW_{Tag} in dB	**Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB**
Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$				
Leopard 1	80	**49,7**	38,0	**+ 12** [1)]
Leopard 2	100	**41,9**	38,5	**+ 3** [2)]
Puma	80	**31,8**	38,0	**- 6**
Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$				
Leopard 1	63	**74,9**	48,5	**+ 26**
Leopard 2	80	**63,7**	48,0	**+ 16**
Puma	80	**57,7**	48,0	**+ 10**

1) Die gesamte Fahrzeit pro Tag beträgt bei 30 km/h nur 1 Stunde, vgl. Fußnoten 1) 2) zu Tabelle 4. Mit der nachträglichen Anordnung /17/ sind 1.176 Betriebsstunden pro Jahr genehmigt, d.h., bei 250 Arbeitstagen im Jahr etwa 4,7 Stunden pro Tag. Die Beschränkung auf nur noch 130 Minuten pro Tag bedeutet eine Schallpegelminderung für die Wohnnachbarschaft in Höhe von K_Z = 10 * lg (130 min / 4,7 h) dB = - 3,4 dB beim derzeit und zukünftig stattfindenden Betrieb gegenüber dem genehmigten Betrieb.

Insofern beträgt die Überschreitung für den derzeit genehmigten Zustand sogar 15 dB.

2) Die gesamte Fahrzeit pro Tag beträgt bei 30 km/h nur 1 Stunde, vgl. Fußnoten 1) 2) zu Tabelle 4. Mit der nachträglichen Anordnung /17/ sind 1.176 Betriebsstunden pro Jahr genehmigt, d.h., bei 250 Arbeitstagen im Jahr etwa 4,7 Stunden pro Tag. Die Beschränkung auf nur noch 120 Minuten pro Tag bedeutet eine Schallpegelminderung für die Wohnnachbarschaft in Höhe von K_Z = 10 * lg (120 min / 4,7 h) dB = - 3,7 dB beim derzeit und zukünftig stattfindenden Betrieb gegenüber dem genehmigten Betrieb.

Insofern beträgt die Überschreitung im derzeit genehmigten Zustand sogar 7 dB.

Aus der Tabelle 6 ist erkennbar, dass lediglich beim Fahrbetrieb mit den Kettenfahrzeugen „Leopard 1“ über maximal 65 Runden am Tag und „Leopard 2“ über maximal 60 Runden am Tag auf der Panzerteststrecke die Z-bewerteten Terz-Beurteilungs-pegel $L_{Terz,r}$ die höchstzulässigen Werte in der Wohnnachbarschaft überschreiten können. Die Höhe der Überschreitungen kann bis zu 12 dB bzw. bis zu 3 dB betragen.

Die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ können beim Fahrbetrieb mit allen 3 Kettenfahrzeugen die höchstzulässigen Werte überschreiten. Die Höhe der Überschreitungen kann 10 bis 26 dB betragen.

Eine Bewertung dieser Ergebnisse wird am Ende des Punktes 7 des vorliegenden Gutachtens vorgenommen.

6.6 Aussagen zum Einwirkungsbereich der tieffrequenten Schallemissionen der Kettenfahrzeuge

Die im vorangegangenen Punkt 6.5 getroffenen Aussagen zu den anteiligen tieffrequenten Schallemissionen und -immissionen gelten nur beispielhaft für IO 1 „Mayrstraße 3“ in der nördlichen Wohnnachbarschaft. Schließlich liegt der gewählte Messpunkt „MP 2“ in einer ähnlichen Entfernung von der Panzerteststrecke und zumindest in einer ähnlichen Schallausbereitungsrichtung.

Die Belastbarkeit dieser Aussagen bleibt wegen der besonderen Eigenschaften des tieffrequenten Schalls jedoch einerseits begrenzt, andererseits lässt sich auch die Frage, welchen Einwirkungsbereich der tieffrequente Schall in größeren Entfernungen und in anderen Richtungen von der Panzerteststrecke aufweist und mit welcher Höhe der Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und der Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls tatsächlich zu rechnen ist, mit nur unzureichender Aussagesicherheit beantworten. Dies gilt insbesondere für solche Immissionsorte, die durch zusätzliche Schallhindernisse (Gebäude) auf dem Ausbreitungsweg des Schalls abgeschirmt werden, so z.B. für den

- IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“
  IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“
- IO 3 „Tubeufstraße 18“
- IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“
- IO 7 „Tubeufstraße 19B“

Sofern die zuständige Genehmigungsbehörde im Rahmen zukünftiger immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren eine höhere Aussagesicherheit hinsichtlich des Einwirkungsbereiches der tieffrequenten Schallemissionen der Kettenfahrzeuge für erforderlich hält, würde dies nur im Ergebnis von detaillierten Immissionsmessungen der anteiligen tieffrequenten Schallimmissionen an allen im Punkt 2 genannten maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5 und IO 6 bis IO 8 möglich sein.

Ledigliche Berechnungen zur Ausbreitung der tieffrequenten Schallanteile sind - wie bereits ausgeführt - nicht geeignet.

Der Gutachter weist darauf hin, dass bei solchen - ggf. zusätzlichen - Messungen diese nur im Freibereich außen und neben den Wohngebäuden stattfinden müssten und dann eine Umrechnung auf innerhalb von schutzbedürftigen Räumen zu erwartende Messwerte erfolgen muss. Diese Umrechnung sollte - auf der sicheren Seite für die Nachbarschaft - mit den im Punkt 6.5 genannten Schallpegeldifferenzen außen - innen für übliche Isolierglasfenster, die dem Stand der Technik entsprechen, vorgenommen werden.

Schließlich wäre zu erwarten, dass beispielhafte Messungen innerhalb von schutzbedürftigen Räumen nicht von vornherein und in jedem Falle das ungünstigste zu erwartende Ergebnis im Wohnumfeld der jeweils maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 5 und IO 6 bis IO 8 bringen würde.

6.7 Berechnung der Schallleistungspegel der Rad- und Kettenfahrzeuge bei ihrer Fahrt im übrigen Anlagengelände

Im Rahmen zukünftiger Genehmigungsverfahren seitens der Fa. KMW werden für die zu erstellenden Schallimmissionsprognosen die Schallleistungspegel der Rad- und Kettenfahrzeuge bei ihrer Fahrt im übrigen Anlagengelände (außerhalb der Panzertestrecke) benötigt.

Nach den Angaben im Punkt 2 betrifft dies u.a. den Betrieb der 500-m-Laserstrecke und des Wasserbeckens für Unterwasserfahrten, den Steilhang und den Querhang sowie die Panzertankstelle.

Bei der Nutzung dieser Teilbereiche geht der Gutachter von einer Geräuschemission der Fahrzeuge aus, die vergleichbar derjenigen ist, die auf der Panzerteststrecke mit einer **Geschwindigkeit von 30 km/h** erzeugt und gemessen wurde. Der Gutachter wertet dabei die Vorbeifahrten am Emissionsmessort EMO 2 (am Messmikrofon auf dem Erdwall in der Mitte der Panzerteststrecke) aus und berücksichtigt dabei nur die gleichmäßigen Vorbeifahrten auf dem südwestlichen Fahrstreifen der langen Geraden der Teststrecke, bei denen kein Einbremsen der Fahrzeuge stattfand.

Darüber hinaus müssen in zukünftigen Schallimmissionsprognosen auch noch die Fahrsituationen berücksichtigt werden, die beim Bewegen der Rad- und Kettenfahrzeuge im übrigen Anlagengelände (z.B. zwischen den verschiedenen Teilbereichen) auftreten und die eher vorsichtig (mit erhöhter Schrittgeschwindigkeit) absolviert werden. Zu diesem Zwecke wurden im Rahmen der an der Panzerteststrecke durchgeführten messtechnischen Ermittlungen - zusätzlich zu den aus den Tabellen 9 bis 11 in der Anlage 4 dargestellten Fahrsituationen - auch noch jeweils 3 Vorbeifahrten aller Fahrzeuge am beschriebenen Emissionsmessort EMO 2 **in erhöhter Schrittgeschwindigkeit** gemessen.

Die erhobenen relevanten Messwerte sind in der folgenden Tabelle 7 angegeben:

Tabelle 7: maximale Vorbeifahrtpegel L_{AFmax} in dB(A) am Emissionsmessort EMO 2

Fahrzeug	Messung am 08.02.2017	Messung am 16.02.2016	Messung am 03.03.2017	**energetischer Mittelwert**	Messabstand s in m
Fahrten bei 30 km/h					
Leopard 1	91,8	90,4	91,7	**91,4**	29,1
Leopard 2	89,4	86,0	88,0	**88,0**	
Puma	91,9	-	92,0	**91,9**	
Boxer	74,4	72,8	74,7	**74,1**	
IVECO	70,3	69,7	-	**70,0**	
Fahrten bei erhöhter Schrittgeschwindigkeit					
Leopard 1	82,1	84,5	83,6	**83,5**	13,9
Leopard 2	78,7	78,6	78,7	**78,7**	
Puma	80,2	-	81,8	**81,1**	
Boxer	73,1	72,5	76,0	**74,2**	
IVECO	70,7	71,9	-	**71,3**	

Die Schallleistungspegel L_{WA} der verschiedenen Fahrzeuge in den beiden benannten Fahrsituationen können in Anlehnung an Gleichung (3) der DIN ISO 9613-2 /10/ - ausschließlich mit der geometrischen Schallausbreitungsdämpfung und mit der Schallausbreitung in den Halbraum (D_Ω = 3 dB) - wie folgt berechnet werden:

$$L_{WA} = L_{AFmax} + A_{div} - D_\Omega$$

$$L_{WA} = [\ L_{AFmax} + 20 * \lg(\ s / 1\ m) + 11 - 3\ ]\ dB(A)$$

$$\mathbf{L_{WA} = [\ L_{AFmax} + 20 * \lg(\ s / 1\ m) + 8\ ]\ dB(A)}$$

Die so berechneten Schallleistungspegel sind in der folgenden Tabelle 8 angegeben:

Tabelle 8: Schallleistungspegel L_{WA} der verschiedenen Fahrzeuge in den beiden benannten Fahrsituationen - Angaben in dB(A) -

Fahrzeug	**Fahrten bei 30 km/h**	**Fahrten bei erhöhter Schrittgeschwindigkeit**
Kettenfahrzeuge		
Leopard 1	**128,7**	**114,4**
Leopard 2	**125,3**	**109,6**
Puma	**129,2**	**112,0**
Radfahrzeuge		
Boxer	**111,3**	**105,0**
IVECO u.a.	**107,3**	**102,2**

6.8 Qualität der Messergebnisse

Aufgrund der gewählten Abstände der Messorte EMO und MP von s < 200 m zur Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG kann davon ausgegangen werden, dass die Messunsicherheit der erhobenen Messwerte bei ± 1 dB liegt (Messunsicherheit gemäß Punkt 8 der DIN 45645-1 /6/).

7 Zusammenfassung der Ergebnisse der Vorschläge zur Verfahrensweise bei zukünftigen Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft

Ausgehend von den Ergebnissen der durchgeführten Schalldruckpegelmessungen an den Emissionsmessorten EMO auf dem Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München und der zusätzlichen Messungen an den Messpunkten MP im näheren Umfeld wird für zukünftige Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft der vorhandenen Panzerteststrecke die nachfolgend genannte Datengrundlage bereitgestellt.

(1) Die zukünftigen Berechnungen von Beurteilungspegeln „Geräusch-Zusatzbelastung“ an den im Punkt 2 genannten maßgeblichen Immissionsorten im Sinne von Nummer 2.3 der TA Lärm im Umfeld der Panzerteststrecke sollten getrennt für die folgenden 5 Fahrzeuggruppen durchgeführt werden.

* Kettenfahrzeug „Leopard 1“
* Kettenfahrzeug „Leopard 2“
* Kettenfahrzeug „Puma“
* Radfahrzeug „Boxer“
* Radfahrzeug „IVECO“ (als repräsentativer Vertreter aller übrigen Radfahrzeuge)

(2) Die längenbezogenen Schallleistungspegel für den ca. 1 km langen Rundkurs der Panzerteststrecke sind dabei im digitalen akustischen Berechnungsmodell unter Beachtung der relativen Oktavspektren gemäß den Abbildungen 5 bis 9 im Punkt 6.4 so einzustellen, dass sich mit den Schallausbreitungsrechnungen am Messpunkt MP 2 in der westnordwestlichen Nachbarschaft der Strecke, der etwa 10 m östlich vom Radweg auf der Ostseite der Eisenbahnstrecke - siehe Anlage 1/2 - liegt und durch die Gauß-Krüger-Koordinaten HW: 5339.958,23 und RW: 4460.433,54 bestimmt ist, die folgenden anteiligen Beurteilungspegel einstellen:

$L_{r,Tag}$ = 51,8 dB(A) für „Leopard 1“, „Boxer“ und „IVECO“

$L_{r,Tag}$ = 51,4 dB(A) für „Leopard 2“

$L_{r,Tag}$ = 49,2 dB(A) für „Puma“

(3) Eine Unterteilung des gesamten ca. 1 km langen Rundkurses in verschiedene Teilabschnitte mit unterschiedlicher Geräuschemission ist nicht erforderlich.

(4) Den Werten gemäß Anstrich (2) liegen folgende maximal mögliche Rundenzahlen für die untersuchten 5 Fahrzeuggruppen zugrunde:

- 65 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 1“ oder
- 60 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 2“ oder
- 60 Runden pro Tag mit dem Kettenfahrzeug „Puma“ oder
- 1.203 Runden pro Tag mit dem Radfahrzeug „Boxer“ oder
- 6.016 Runden pro Tag in Summe mit allen übrigen Radfahrzeugen, z.B. „IVECO“

(5) Die Emissionshöhe der ca. 1 km langen Linienschallquelle sollte mit h = 1 m Höhe über Gelände zum Ansatz gebracht werden.

(6) Bei den Schallausbreitungsrechnungen ist die Vergabe von Lästigkeitszuschlägen für Impulshaltigkeit K_I bzw. für Tonhaltigkeit K_T der Fahrgeräusche der Rad- und Kettenfahrzeuge gemäß Nummer A.2.5.3 und A.2.5.2 der TA Lärm nicht erforderlich.

(7) Der Fahrbetrieb auf dem Rundkurs der Panzerteststrecke durch Kettenfahrzeuge sollte nach Möglichkeit nur werktags im Zeitraum von 7 Uhr bis 20 Uhr stattfinden, d.h., außerhalb der Tageszeiten mit erhöhter Immissionsempfindlichkeit gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm.

(8) Gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Schallpegelmessungen erscheint eine Beschränkung der maximal möglichen Rundenanzahl pro Tag auf dem ca. 1 km langen Kurs für die 5 verschiedenen Fahrzeuggruppen als erforderlich, um immissionsschutzrechtliche Konflikte in der Nachbarschaft zu vermeiden.

Alternativ ist die höchstmögliche Fahrzeit pro Tag auf dem ca. 1 km langen Kurs für die 5 verschiedenen Fahrzeuggruppen zu beschränken.

Da die maximalen Rundenzahlen pro Tag gemäß Anstrich (4) nur für den <u>alleinigen</u> Fahrbetrieb der angegebenen Fahrzeuggruppen gelten, ist eine praktikable Beschränkung des Fahrbetriebes zu treffen, sofern pro Tag <u>mehrere</u> Fahrzeuggruppen zum Einsatz kommen.

(9) Die Schallleistungspegel für die Fahrsituationen der untersuchten 5 Fahrzeuggruppen innerhalb des übrigen Anlagengeländes (außerhalb des Rundkurses der Panzerteststrecke) sollten in einer detaillierten Schallimmissionsprognose mit den Werten Berücksichtigung finden, die in der Tabelle 8 im Punkt 6.7 angegeben sind.

Ausgehend von den Ergebnissen der durchgeführten Schalldruckpegelmessungen am zusätzlich gewählten Messpunkt MP 2 im näheren westnordwestlichen Umfeld der Panzerteststrecke erscheint wegen der zu erwartenden hohen anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft für alle Typen von Kettenfahrzeugen eine Sonderfallprüfung gemäß Punkt 3.2.2 der TA Lärm als dringend geboten.

Hierzu sind aus der Tabelle 6 im Punkt 6.5 die höchstmöglich anzunehmenden Überschreitungen der Anhaltswerte „Tag“ (AHW_{Tag}) gemäß Tabelle 1 im Beiblatt 1 /8/ zu DIN 45680 /7/ in der Wohnnachbarschaft durch die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ bzw. durch die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ ersichtlich.

Sofern die zuständige Genehmigungsbehörde im Rahmen zukünftiger immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren eine höhere Aussagesicherheit hinsichtlich des Einwirkungsbereiches der tieffrequenten Schallemissionen der Kettenfahrzeuge für erforderlich hält, würde dies nur im Ergebnis von detaillierten Immissionsmessungen der anteiligen tieffrequenten Schallimmissionen an allen im Punkt 2 genannten maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5 und IO 6 bis IO 8 möglich sein. Ledigliche Berechnungen zur Ausbreitung der tieffrequenten Schallanteile sind hierzu nicht geeignet.

Der Gutachter weist darauf hin, dass eine Minderung der ausgewiesenen Überschreitungen der Anhaltswerte „Tag“ (AHW_{Tag}) durch die tieffrequenten Schallanteile durch Maßnahmen an der Quelle oder auf dem Ausbreitungsweg des Schalls schlichtweg nicht möglich ist.

Anlagenverzeichnis

Lagepläne

Anlage 1/1: Übersichtslageplan mit dem Standort der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

Maßstab: ca. 1 : 108.200

Anlage 1/2: Detaillierter Lageplan mit dem Anlagengelände der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München, mit der Panzerteststrecke, mit den maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5 und den zusätzlichen Immissionsorten IO 6 bis IO 8 in der Wohnnachbarschaft und mit den Emissionsmesspunkten EMO 1 bis EMO 3 sowie den Messpunkten MP 1 bis MP 3 und EMO IO 4

Maßstab: ca. 1 : 9.615

Anlage 2: Lageplan mit den Nutzungseinheiten der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München und mit den Standorten der Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 2.070

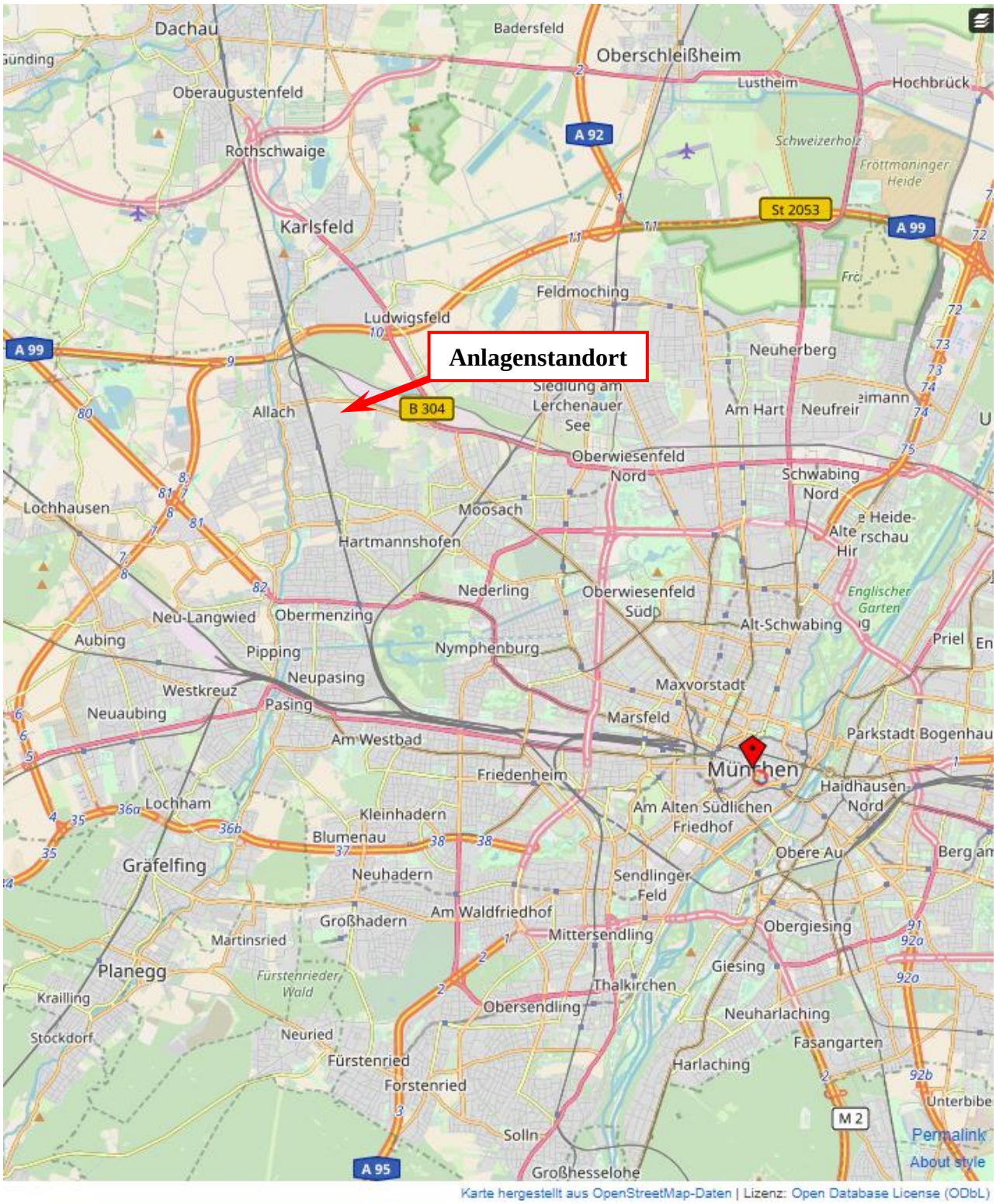
Fotodokumentation

Anlage 3: 15 Blätter

Detaillierte Messwerte der durchgeführten Geräuschpegelmessungen

Anlage 4: 5 Blätter

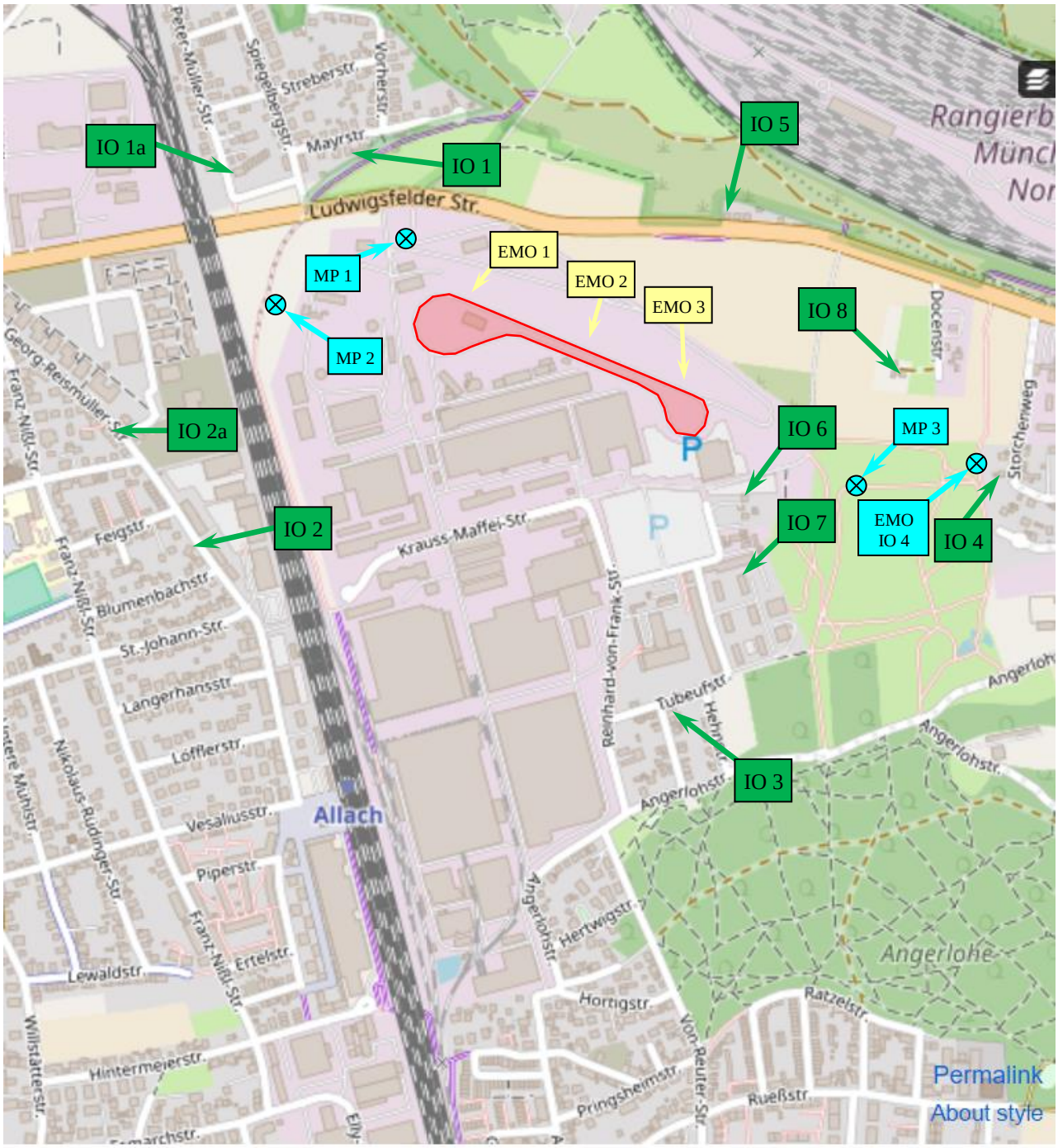
Anlage 1/1



Übersichtslageplan mit dem Standort der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

Maßstab: ca. 1 : 108.200

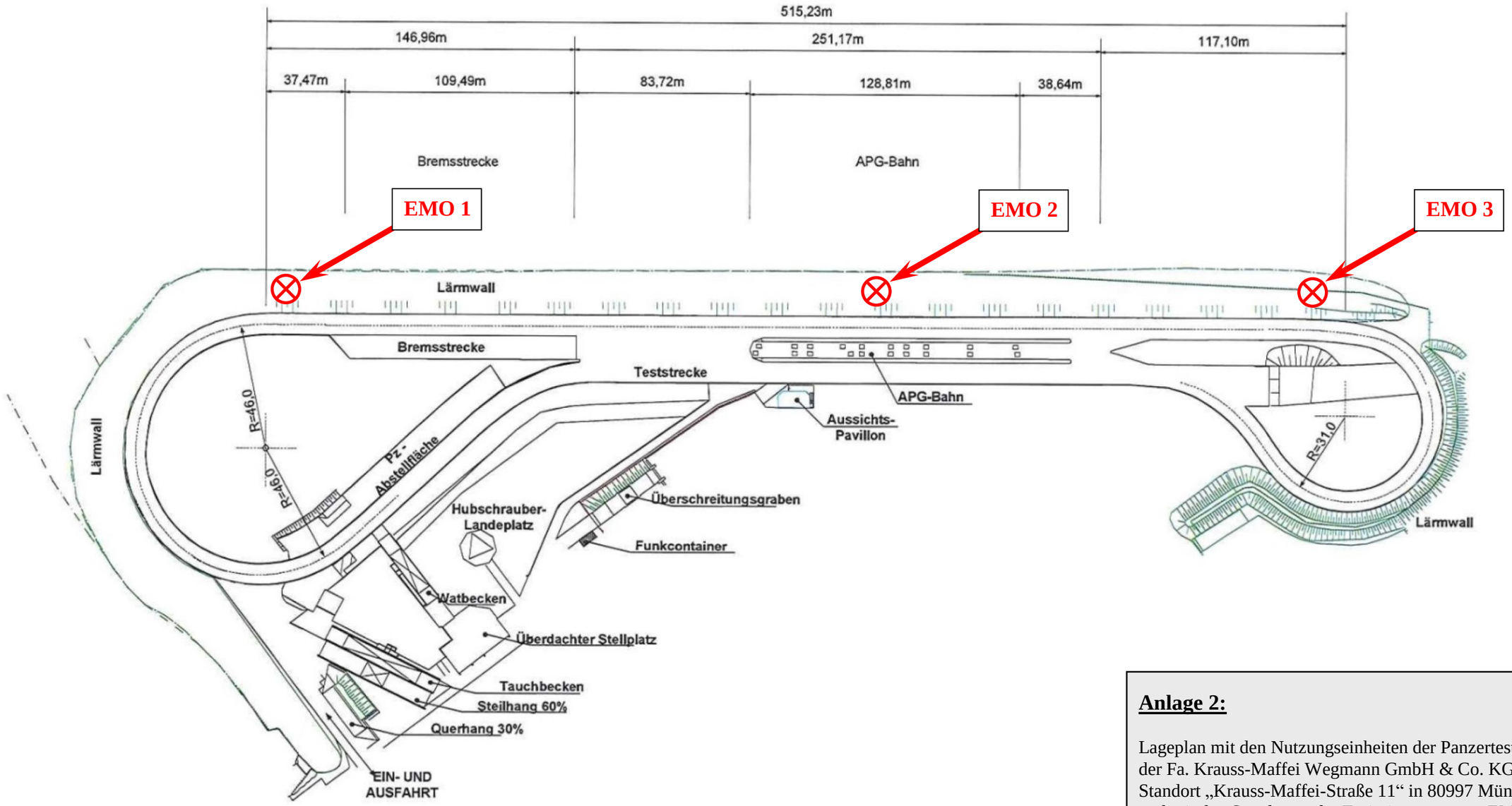
Anlage 1/2



Karte hergestellt aus OpenStreetMap-Daten | Lizenz: Open Database License (ODbL)

Detaillierter Lageplan mit dem Anlagengelände der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München, mit der Panzerteststrecke, mit den maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5 und den zusätzlichen Immissionsorten IO 6 bis IO 8 in der Wohnnachbarschaft und mit den Emissionsmesspunkten EMO 1 bis EMO 3 sowie den Messpunkten MP 1 bis MP 3 und EMO IO 4

Maßstab: ca. 1 : 9.615



Anlage 2:

Lageplan mit den Nutzungseinheiten der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München und mit den Standorten der Emissionsmessorte EMO 1 bis EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 2.070

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 1: Blick über die Panzerteststrecke in Richtung Westen zum Aussichts-Pavillon (Pfeil).

Foto 2: Blick von der Mitte der APG-Bahn in Richtung Südosten zur südöstlichen Wendeschleife der Panzerteststrecke.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 3: Blick von der Mitte der APG-Bahn in Richtung Nordwesten zur nordwestlichen Wendeschleife der Panzerteststrecke

Foto 4: Blick von der nordwestlichen Wendeschleife in Richtung Norden auf den gewählten Emissionsmessort EMO 1 (in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke und in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der betonierten Fahrbahn).

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 5: Blick von der Panzerteststrecke in Richtung Nordosten auf den gewählten Emissionsmessort EMO 2 (in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke und in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der betonierten Fahrbahn - etwa in der Mitte der APG-Bahn).

Foto 6: Blick von der südöstlichen Wendeschleife in Richtung Nordosten auf den gewählten Emissionsmessort EMO 3 (in h = 3 m Höhe über dem h = 4 m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke und in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der betonierten Fahrbahn).

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 7: Blick in nordöstliche Richtung auf den Messpunkt MP 1 (Pfeil) in s = 95 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke und in h = 5 m Höhe über Gelände. Am oberen Ende des Stativs ist die Wettermessstation zu erkennen.

Foto 8: Blick in westnordwestliche Richtung auf den Messpunkt MP 2 (Pfeil) in s = 220 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke und in h = 4 m Höhe über Gelände (etwa 10 m östlich vom Radweg - auf der Ostseite der Eisenbahnstrecke). Am oberen Ende eines zweiten (vorgelagertem) Stativ ist die Wettermessstation zu erkennen.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 9: Blick in ostsüdöstliche Richtung auf den Messpunkt MP 3 (Pfeil) in s = 235 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke und in h = 4 m Höhe über Gelände (etwa 75 m östlich von der Zufahrt zum Anlagengelände und in Richtung zum IO 4 „Storchenweg 22“). Am oberen Ende des Stativs ist die Wettermessstation zu erkennen.

Foto 10: Blick in westnordwestliche Richtung auf den Ersatzmessort EMO IO 4 (Pfeil) in s = 47 m Abstand westlich von der Mitte der Westfassade des Wohngebäudes IO 4 „Storchenweg 22“ und in h = 4 m Höhe über Gelände.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 11: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges **„Leopard 1“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Foto 12: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges **„Leopard 2“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 13: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges **„Puma“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Foto 14: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„Boxer“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 15: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„IVECO“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Foto 16: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„AMPV“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 17: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„Fennek“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Foto 18: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„Dingo“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 19: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„GFF 4“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Foto 20: Blick auf den Fahrbetrieb des Radfahrzeuges **„SOV“** auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 21: Blick in Richtung Südwesten auf die Ostfassade (links) und die Nordfassade (rechts) des **Wohngebäudes IO 1 „Mayrstraße 3“**.

Foto 22: Blick in Richtung Nordosten auf die Südfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“,** das sich im B-Plan-Gebiet Nr. 978 „Peter-Müller-Straße, Flurstück Nr. 957“ befindet.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 23: Blick in Richtung Westen auf die Ostfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“**.

Foto 24: Blick in Richtung Nordwesten auf die Ostfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“**.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 25: Blick in Richtung Südosten auf die Nordfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 3 „Tubeufstraße 18“**.

Foto 26: Blick in Richtung Süden auf das **Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“** (Pfeil), das sich im B-Plan-Gebiet Nr. 1871 „Ludwigsfelder Straße (südlich) - Hackersiedlung“ befindet.

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 27: Blick in Richtung Nordosten auf die Südfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 5 „Ludwigsfelder Straße 49“**, das sich im Außenbereich befindet.

Foto 28: Blick in Richtung Norden auf das **Wohngebäude IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** (roter Pfeil).

Anlage 3 - Fotodokumentation

Foto 29: Blick in östliche Richtung auf die temporären Wohn-Container an der „Reinhard-von-Frank-Straße“. Das Gebäude IO 7 „Tubeufstraße 19B“ befindet sich in 25 m Abstand hinter diesen Wohn-Containern in südöstlicher Richtung.

Anlage 4 - Detaillierte Messwerte

Detaillierte Messwerte der durchgeführten Geräuschpegelmessungen

Tabelle 9:

Messung am 08.02.2017 bei einer prognostizierten Ost-Windwetterlage

Messwerte am EMO 1, EMO 2, EMO 3 und am MP 2 (in Richtung Westen)

(1 Blatt)

Tabelle 10:

Messung am 16.02.2017 bei einer prognostizierten WNW-Windwetterlage

Messwerte am EMO 1, EMO 2, EMO 3, MP 3 und EMO IO 4 (in Richtung OSO)

(2 Blätter)

Tabelle 11:

Messung am 03.03.2017 bei einer prognostizierten SSO-Windwetterlage

Messwerte am EMO 1, EMO 2, EMO 3 und am MP 1 (in Richtung NNW)

(1 Blatt)

Anlage 4, Tabelle 9: **Messwerte der Geräuschpegelmessung am 08.02.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände / Messorte	EMO 1			EMO 2			EMO 3				MP 2		
	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}		L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}
Fahrzeug 1: Radfahrzeug „Boxer“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	59,8	62,4	72,9	70,1	74,8	88,9	61,7	65,1	75,2		1)	1)	1)
5 Runden bei ca. v = 70 km/h	66,7	71,8	83,1	71,8	76,5	85,4	71,1	76,8	86,3		51,0	53,0	56,6
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	58,7	61,8	73,2	66,2	70,1	79,8	60,7	64,3	75,4		1)	1)	1)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 60 km/h	70,0	75,2	84,6	77,0	82,4	91,0	72,9	77,8	86,5		54,5	57,8	64,5
Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „PUMA“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	77,3	81,0	93,8	82,0	85,9	95,3	79,6	83,1	94,6		56,3	59,5	70,8
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	83,2	87,4	98,5	86,5	91,8	102,2	84,9	88,6	98,2		62,7	66,3	72,9
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	78,1	82,0	93,1	81,7	85,8	98,3	79,0	82,8	93,6		55,6	58,4	63,2
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 50 km/h	82,4	87,4	98,8	87,5	92,6	100,1	85,4	90,1	98,1		60,5	63,9	66,8
Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „Leopard 2“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,2	83,0	96,9	82,2	85,9	95,9	80,8	84,1	95,8		56,3	59,4	66,4
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	86,8	92,4	103,4	88,4	93,0	100,8	89,9	94,8	106,0		63,8	67,0	75,0
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	83,0	88,4	100,2	85,7	89,4	99,8	83,5	87,7	98,7		58,8	62,0	69,1
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	87,7	93,4	102,6	93,7	98,5	106,7	91,1	97,0	105,6		65,4	69,6	77,5
Fahrzeug 4: Kettenfahrzeug „Leopard 1“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,4	82,8	96,0	84,3	88,1	98,2	82,6	86,1	98,3		58,1	61,2	68,8
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	84,1	89,8	101,4	88,0	92,5	101,8	86,3	91,0	101,2		61,6	65,1	71,9
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	81,3	84,5	97,0	85,1	88,8	97,0	83,0	87,4	98,3		60,3	63,5	71,4
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	85,0	90,3	101,8	90,5	95,8	103,4	86,8	91,0	100,7		65,3	70,5	81,7
Fahrzeug 5: Radfahrzeug „AMPV“													
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	1)	1)	1)	57,3	60,4	71,4	56,2	59,8	72,1		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	1)	1)	1)	62,5	67,1	76,3	62,5	66,7	78,2		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	1)	1)	1)	59,4	65,9	76,9	58,5	63,3	74,3		2)	2)	2)
Fahrzeug 6: Radfahrzeug „Fennek“													
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	55,9	59,2	70,0	57,8	61,4	71,1	55,6	58,9	69,2		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	60,6	66,1	75,7	64,3	69,8	79,9	64,7	69,1	79,4		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	56,0	59,3	70,5	58,5	61,8	67,4	58,8	64,6	78,6		2)	2)	2)
Fahrzeug 7: Radfahrzeug „Iveco“													
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	58,7	62,9	74,7	61,8	65,7	74,4	61,1	64,9	77,2		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	61,7	65,9	75,8	67,5	72,4	81,6	65,8	70,5	80,5		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	56,3	60,4	74,1	62,2	64,7	69,8	59,6	66,3	81,3		2)	2)	2)

1) Auswertung aufgrund von Fremdgeräuschen nicht möglich
2) nicht hör- und messbar

Anlage 4, Tabelle 10: **Messwerte der Geräuschpegelmessung am 16.02.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände / Messorte	EMO 1			EMO 2			EMO 3				MP 3			EMO IO 4		
	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}		L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}
Fahrzeug 1: Radfahrzeug „Boxer“																
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	60,0	63,6	73,3	66,9	73,4	86,5	60,7	63,5	73,8		44,4	46,3	50,5	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 70 km/h	71,8	77,9	88,5	72,5	77,8	86,7	71,4	75,3	84,1		48,2	50,2	55,4	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	60,0	63,7	75,5	65,1	68,9	76,3	60,6	63,8	74,3		43,3	45,2	49,5	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 60 km/h	72,6	77,9	88,2	75,7	81,5	90,4	71,9	75,9	84,3		49,2	51,8	56,7	2)	2)	2)
Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“																
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,1	83,3	96,7	81,6	85,4	98,6	80,0	83,0	94,6		3)	3)	3)	3)	3)	3)
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	87,7	93,3	104,1	88,3	92,5	101,5	89,9	94,6	105,9		60,6	64,1	71,6	55,6	59,4	68,2
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	83,3	88,4	100,4	84,7	87,9	96,1	82,3	85,7	97,4		52,7	55,1	62,4	48,2	51,0	58,2
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	88,6	94,0	104,5	92,7	98,0	105,5	90,8	96,1	105,8		61,9	65,4	72,4	55,5	58,4	63,6
Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „Leopard 1“																
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,7	83,4	97,1	82,4	86,2	95,9	81,7	85,1	99,0		54,8	57,9	68,8	49,3	52,4	60,9
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	85,3	91,2	102,3	87,4	92,0	101,0	86,1	90,5	100,5		3)	3)	3)	3)	3)	3)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	80,6	84,1	96,6	83,9	87,3	95,4	82,1	85,5	96,6		55,7	59,2	67,5	50,8	54,4	62,8
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	85,9	91,5	102,7	89,8	95,5	104,6	86,2	90,3	99,8		59,5	64,3	69,1	53,7	57,3	61,6
Fahrzeug 4: Radfahrzeug „AMPV“																
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	55,1	58,8	73,0	58,1	61,6	72,9	57,0	60,6	72,0		2)	2)	2)	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	1)	1)	1)	66,8	71,3	81,7	65,5	69,4	79,8		2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	61,2	66,2	75,8	62,1	67,2	75,5	63,8	68,4	81,5		2)	2)	2)	2)	2)	2)
Fahrzeug 5: Radfahrzeug „Fennek“																
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	54,9	58,2	68,3	57,6	61,5	70,1	55,5	59,0	70,5		2)	2)	2)	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	60,9	65,2	74,7	64,1	69,0	78,1	66,2	70,8	79,9		2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	57,7	62,0	73,9	58,4	62,0	68,5	60,7	65,5	77,0		2)	2)	2)	2)	2)	2)
Fahrzeug 6: Radfahrzeug „Iveco“																
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	59,1	63,4	75,8	61,8	66,3	76,6	61,2	65,2	75,6		2)	2)	2)	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	61,5	65,5	75,4	65,8	70,4	80,7	66,6	70,4	80,6		2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	57,5	61,4	75,4	61,2	65,8	73,2	60,7	65,6	78,2		2)	2)	2)	2)	2)	2)

1) Auswertung aufgrund von Fremdgeräuschen nicht möglich
2) nicht hör- und messbar
3) auf eine Auswertung der Messwerte wurde aufgrund von Querwind verzichtet

<u>Anlage 4, Tabelle 10:</u> **Messwerte der Geräuschpegelmessung am 16.02.2017 - Angaben in dB(A) -**

(Fortsetzung)

Betriebszustände / Messorte	EMO 1			EMO 2			EMO 3				MP 3			EMO IO 4		
	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}		L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}
Fahrzeug 7: Radfahrzeug „Dingo“																
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	59,2	62,9	76,3	60,9	64,3	74,5	59,5	62,8	73,7		2)	2)	2)	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	62,2	67,2	77,6	64,4	69,3	79,4	66,5	71,7	81,6		2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	59,0	63,8	77,5	62,8	65,7	72,4	61,7	67,7	81,3		2)	2)	2)	2)	2)	2)
Fahrzeug 8: Radfahrzeug „GFF 4“																
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	58,8	63,2	74,8	60,6	64,2	75,6	60,3	63,7	75,4		2)	2)	2)	2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	62,2	67,1	78,3	65,0	69,9	79,5	65,4	69,5	79,3		2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	59,1	63,2	76,8	61,2	66,0	74,3	62,5	66,9	79,7		2)	2)	2)	2)	2)	2)
Fahrzeug 9: Radfahrzeug „SOV“																
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	58,3	62,6	73,9	63,2	67,9	77,5	62,5	66,4	75,8		2)	2)	2)	2)	2)	2)

2) nicht hör- und messbar

Anlage 4, Tabelle 11: **Messwerte der Geräuschpegelmessung am 03.03.2017 - Angaben in dB(A) -**

Messorte / Betriebszustände	EMO 1			EMO 2			EMO 3				MP 1		
	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}		L_{Aeq}	L_{AFTeq}	L_{AFmax}
Fahrzeug 1: Radfahrzeug „Boxer“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	62,1	66,2	79,2	67,1	71,1	84,3	63,7	67,9	79,4		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 70 km/h	69,6	74,5	84,2	73,2	79,1	88,4	73,2	78,0	87,7		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	63,0	67,6	79,0	67,8	71,5	79,3	64,4	69,4	80,1		1)	1)	1)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 60 km/h	68,7	73,0	81,5	75,5	81,5	89,2	74,2	79,6	89,9		2)	2)	2)
Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „PUMA“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	78,2	82,2	95,3	82,0	86,0	95,8	79,7	83,5	94,3		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	85,3	90,7	101,1	88,5	93,2	101,1	85,7	89,8	98,4		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	80,5	85,6	97,4	84,9	88,7	97,3	81,6	86,1	96,7		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 50 km/h	86,1	91,4	100,9	91,2	96,9	104,7	86,2	90,2	98,1		2)	2)	2)
Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „Leopard 1“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	80,7	84,1	97,2	84,1	87,9	97,9	82,1	86,2	98,6		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	84,8	90,7	102,3	88,4	92,8	102,2	86,1	91,8	101,6		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	80,4	84,4	96,0	83,7	87,3	95,9	82,5	86,9	98,6		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	86,4	92,2	103,0	89,3	95,0	103,1	86,5	91,6	101,6		2)	2)	2)
Fahrzeug 4: Kettenfahrzeug „Leopard 2“													
5 Runden bei ca. v = 30 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	79,3	83,3	97,6	82,7	86,7	97,1	80,8	83,9	96,2		2)	2)	2)
5 Runden bei ca. v = 55 km/h	87,2	92,8	103,2	89,3	94,5	104,5	91,0	96,4	107,6		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 30 km/h	83,1	87,6	100,4	85,2	88,9	97,0	83,6	87,4	99,6		2)	2)	2)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 55 km/h	88,5	93,9	104,4	93,0	98,1	105,6	91,0	96,7	106,9		2)	2)	2)
Fahrzeug 5: Radfahrzeug „Iveco“													
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	63,2	67,9	77,2	66,9	71,4	80,9	65,6	70,4	79,9		3)	3)	3)
Fahrzeug 6: Radfahrzeug „GFF 4“													
5 Runden bei ca. v = 35 km/h (mit Einbremsen am EMO 2)	59,6	64,0	75,2	61,6	65,4	73,5	60,7	64,8	76,4		3)	3)	3)
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	64,4	69,3	79,7	67,1	72,1	79,8	65,5	69,9	79,6		3)	3)	3)
2,5 Runden mit 5 * APG-Bahn bei ca. v = 20 km/h	59,1	63,3	76,1	62,7	66,5	77,0	61,3	67,6	80,2		3)	3)	3)
Fahrzeug 7: Radfahrzeug „SOV“													
5 Runden bei ca. v = 65 km/h	61,1	65,9	76,3	66,8	72,2	81,0	66,8	71,1	80,3		3)	3)	3)

1) Auswertung aufgrund von Fremdgeräuschen nicht möglich
2) auf eine Auswertung der Messwerte wurde aufgrund von Querwind verzichtet
3) nicht hör- und messbar